QL
430.6
D816
1909
Moll.

Dubois 1909 I

Contribution a l'etude des perles fines de la nacre et des animaux qui les produisent

I - Dubois

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON
NOUVELLE SÉRIE
I. *Sciences, Médecine.* — Fascicule 29.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PERLES FINES DE LA NACRE ET DES ANIMAUX QUI LES PRODUISENT

PAR LE Dr RAPHAËL DUBOIS
Professeur de Physiologie générale et comparée à l'Université de Lyon,
Directeur-fondateur du Laboratoire maritime de Biologie
de Tamaris-s/-Mer (Var).

Avec dix figures dans le texte et quatre planches hors texte, dont une en couleurs.

Division of Mollusks
Sectional Library

LYON
A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
Rue Gentil, 4

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE et FILS
Rue Hautefeuille, 19

1909

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

EN VENTE

A LYON

Chez A. REY, Imprimeur-Éditeur

4, RUE GENTIL

A PARIS

Chez les Libraires spéciaux

SUIVANTS

La mention en chiffres romains qui précède le numéro du fascicule indique, pour les ouvrages parus dans la Nouvelle Série, qu'ils appartiennent soit au groupe *Sciences-Médecine* (I), soit au groupe *Droit-Lettres* (II).

Arthur ROUSSEAU, 14, rue Soufflot.

Histoire de la Compensation en droit Romain, par C. APPLETON, professeur à la Faculté de droit. *(Fasc. 21)* . . . . . **7** fr. **50**

Caractères généraux de la loi de 1884 sur les Syndicats professionnels; justification de cette loi; réformes possibles. Etude de législation industrielle, par R. GONNARD, docteur en droit, licencié ès lettres, secrétaire à la Société d'Économie Politique, avec une Préface de M. P. PIC, professeur à la Faculté de Droit. *(Fasc. 36)* . . . **3** fr.

La Représentation des Intérêts dans les Corps élus, par Charles FRANÇOIS, docteur en droit, (II, *Fasc. 2)*. . . . . **8** fr.

Mélanges Ch. Appleton : *Etudes d'histoire du droit*, dédiées à M. Ch. APPLETON, professeur à la Faculté de Droit de Lyon, à l'occasion de son XXVe anniversaire de professorat. (II, *Fasc. 13)*. **15** fr.

Physique sociale. — Emploi combiné du système du Quotient *vrai* et du système du Quotient *fictif* pour la répartition des sièges dans la Représentation proportionnelle, par le Dr MONOYER, professeur de physique médicale à l'Université de Lyon, avec 5 figures dans le texte. (II, *Fasc. 18)*. . . . . **3** fr.

Félix ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain.

Lettres intimes de J.-M. Alberoni adressées au comte I. Rocca, ministre des finances du duc de Parme, et publiées d'après le manuscrit du collège de S. Lazaro Alberoni, par Emile BOURGEOIS, maître de conférences à l'École Normale, avec un portrait et deux fac-similés. *(Fasc. 8)* . **10** fr.

Essai critique sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine, par Arthur HANNEQUIN, profes. à la Faculté des Lettres *(Fasc. 14)* **7** fr. **50**

Saint Ambroise et la morale chrétienne au IVe siècle, par Raymond THAMIN, ancien maître de conférences à la Faculté des Lettres de Lyon, professeur au Lycée Condorcet. *(Fasc. 15)*. **7** fr. **50**

La République des Provinces-Unies, la France et les Pays-Bas espagnols de 1630 à 1650, par A. WADDINGTON, professeur à la Faculté des Lettres.

Tome I (1630-42). 1 vol. *(Fasc. 18)* . . . **6** fr.

Tome II (1642-50) avec deux portraits et une carte. 1 vol. *(Fasc. 31)*. . . . . **6** fr.

Le Vivarais. Essai de Géographie régionale, par Louis BOURDIN, licencié ès sciences, diplômé d'Etudes supérieures d'Histoire et de Géographie, avec 20 gravures et 2 graphiques dans le texte. *(Fasc. 37)* . . . . . **6** fr.

Alphonse PICARD et Fils, 82, rue Bonaparte.

La doctrine de Malherbe d'après son commentaire sur Desportes, par Ferdinand BRUNOT, maître de conférences à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris, avec 5 pl. hors texte. *(Fasc. 1er)*. **10** fr.

Le Fondateur de Lyon, Histoire de L. Munatius Plancus, par M. JULLIEN, professeur à la Faculté des Lettres, avec une planche hors texte. *(Fasc. 9)* . **5** fr.

La Jeunesse de William Wordsworth (1770-1798). **Etude sur le « Prélude »**, par Emile LEGOUIS, prof. à la Faculté des Lettres. *(Fasc. 22)* **7** fr. **50**

La Question des Dix Villes impériales d'Alsace, depuis la paix de Westphalie jusqu'aux arrêts de « Réunions » du Conseil souverain de Brisach (1648-1680), par Georges BARDOT, docteur ès lettres, professeur au Lycée et chargé de conférences à l'Université de Grenoble. (II, *Fasc. 1er*). **7** fr. **50**

EZÉCHIEL SPANHEIM. — **Relation de la Cour de France en 1690, *nouvelle édition*,** établie sur les manuscrits originaux de Berlin, accompagnée d'un commentaire critique, de fac-similés, et suivie de la *Relation de la Cour d'Angleterre en 1704*, par le même auteur, publié avec un index analytique par Emile BOURGEOIS, maître de conférences à l'École Normale supérieure, professeur à l'École libre des sciences politiques. (II, *Fasc. 5)* **10** fr.

Histoire de l'Enseignement secondaire dans le Rhône de 1789 à 1900, par CHABOT, professeur de science de l'éducation à l'Université de Lyon, et S. CHARLÉTY, maître de Conférences à la Faculté des Lettr. de l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 7)*. **6** fr.

Bibliographie critique de l'Histoire de Lyon, depuis les origines jusqu'à 1789, par Sébastien CHARLETY, professeur adjoint à la Faculté des lettres de l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 9)* . . . **7** fr. **50**

Bibliographie critique de l'histoire de Lyon, depuis 1789 jusqu'à nos jours, par Sebastien CHARLÉTY, professeur adjoint à la Faculté des Lettres de l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 11)* . **7** fr. **50**

Pythagoras de Rhégion, par Henri LECHAT, ancien membre de l'École d'Athènes, chargé de cours à l'Université de Lyon, ouvrage contenant dix-huit figures dans le texte (II, *Fasc. 14)*. . . **4** fr.

Les Philosophes et la Société Française au XVIIIe siècle, par M. ROUSTAN, agrégé des Lettres, docteur ès lettres, professeur de rhétorique supérieure au Lycée de Lyon. (II, *Fasc. 16)* . . . . **6** fr.

Documenti per la Storia dei rivolgimenti politici del Comune di Siena, dal 1354 al 1369, pubblicati con introduzione ed indici da Giuliano LUCHAIRE, Incaricato nell' Università di Lione. (II, *Fasc. 17)*. . . . . **7** fr. **50**

Bibliographie de la Syntaxe du français, 1840-1905, par Pierre HORLUC et Georges MARINET, agrégés de grammaire, professeurs au Lycée de Lyon. (II, *Fasc. 20)*. . . . . **6** fr.

Etude sur les Relations de la Commune de Lyon avec Charles VII et Louis XI (1417-1483), par L. CAILLET, archiviste-paléographe, élève diplômé de l'École des Hautes-Etudes, ancien élève de l'Université de Lyon, ancien attaché à la Bibliothèque Nationale, membre de la Société Française d'Archéologie. (Ouvrage honoré de la médaille d'or de l'Académie d'Arras, le 22 octobre 1908), (II, *Fasc. 21)*. **10** fr.

A. FONTEMOING, 4, rue Le Goff.

Onomasticon Taciteum, par Ph. FABIA, professeur de Philologie classique à la Faculté des Lettres de l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 4)* . **15** fr.

L'« Agamemnon » d'Eschyle, texte, traduction et commentaires, par Paul REGNAUD, professeur à l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 6)*. . . **6** fr.

Notes critiques sur quelques Traductions allemandes de poèmes français au moyen âge, par J. FIRMERY, professeur de Littérature étrangère à l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 8)* . . . . **5** fr.

Au musée de l'Acropole d'Athènes. — *Études sur la sculpture en Attique avant la ruine de l'Acropole lors de l'invasion de Xerxès*, par Henri

Division of Mollusks
Sectional Library

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES PERLES FINES

DE LA NACRE

ET DES ANIMAUX QUI LES PRODUISENT

Lyon. — A. REY, Imprimeur de l'Université, 4, rue Gentil. — 52164

Exemplaire N° 397

QL
430.6.
D816
1909
Moll.

ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON
NOUVELLE SÉRIE
I. *Sciences, Médecine.* — Fascicule 29.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES PERLES FINES
DE LA NACRE
ET DES ANIMAUX QUI LES PRODUISENT

PAR

LE Dr RAPHAËL DUBOIS
Professeur de Physiologie générale et comparée
à l'Université de Lyon,
Directeur-fondateur du Laboratoire maritime de Biologie
de Tamaris-s/-Mer (Var).

Avec 10 figures dans le texte et 4 planches hors texte, dont 1 en couleurs.

Division of Mollusks
Sectional Library

LYON
A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
Rue Gentil, 4

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE et FILS
Rue Hautefeuille, 19

1909

INTRODUCTION

Dans ce travail, nous avons consigné principalement les résultats de nos observations et de nos expériences personnelles sur certains animaux marins perliers et nacriers, sur les perles fines et sur la nacre.

D'autres publications du même ordre suivront et formeront la substance d'un ouvrage d'ensemble sur la Perle et la Nacre, destiné à paraître dans un avenir peut-être éloigné. Aussi, dès à présent, nous avons cru utile de faire connaître les progrès réalisés, tant pour les soumettre à l'épreuve nécessaire de la critique scientifique que pour aider aux efforts de ceux qui suivent la même voie que nous.

J'ai désiré que ces recherches fussent publiées dans les *Annales de l'Université de Lyon*, parce que la plupart ont été commencées et poursuivies dans le laboratoire maritime de biologie de l'Université de Lyon, à Tamaris-sur-Mer (Var) dont j'ai l'honneur d'être le directeur-fondateur.

Au cours de l'œuvre entreprise, les meilleurs encouragements ne nous ont pas fait défaut. Il en est même venu de très haut et d'une manière bien inattendue.

Sa Majesté le Roi d'Italie a bien voulu condescendre jusqu'à se faire, pour un instant, notre collaborateur, et sa très gracieuse et savante Majesté la Reine Hélène a daigné également s'intéresser à nos travaux. Je n'oublierai jamais l'accueil si flatteur dont j'ai été honoré au château royal de Racconigi. Qu'il me

soit permis de remercier chaleureusement mon éminent collègue de l'Académie de Turin, M. le professeur Pagliari, doyen de la Faculté de médecine de Turin, ainsi que M. le Dr de Quirico, médecin du Roi, de m'avoir facilité l'accès de la Résidence royale pour contrôler dans le lac de Racconigi les si précieuses et si sagaces observations de de Filippi sur l'origine parasitaire des perles des anodontes.

En France, les Ministères des Colonies et de la Marine nous ont à diverses reprises accordé leur puissant appui.

Lors de notre mission en Tunisie, nous avons trouvé le concours le plus bienveillant et la protection la plus éclairée auprès de M. Pichon, alors Résident général à Tunis, et auprès de M. l'Ingénieur en chef de Fages, l'éminent directeur des travaux publics. Je les prie d'agréer l'expression de ma vive gratitude.

Je ne saurais oublier de remercier aussi mon excellent ami, M. Georges Berthoulat, ancien député, M. Ponzevera, ancien chef de la navigation des côtes tunisiennes, M. Capriata, capitaine du port de Sfax, et surtout mon élève et ami, M. Allemand-Martin, sous-directeur du laboratoire maritime de biologie que j'ai fondé à Sfax, qui ont tous été pour moi des collaborateurs aussi aimables que dévoués.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont bien voulu seconder nos efforts : ils sont trop nombreux pour que je puisse les citer tous, mais aucun n'est absent de mon souvenir reconnaissant.

Malgré de multiples difficultés, nous persévérons dans l'œuvre entreprise, convaincus que l'on arrivera un jour au but envié par les chercheurs d'applications économiques pratiques, c'est-à-dire à la production forcée de perles fines ayant une réelle valeur commerciale. Les résultats obtenus au laboratoire de Tamaris, s'ils ne sont pas satisfaisants et même s'ils

sont absolument insuffisants, au point de vue industriel, n'en sont pas moins intéressants et très encourageants.

Mais si le but en question n'était pas atteint, le biologiste n'en aurait pas moins été récompensé de ses efforts par la satisfaction qui résulte toujours, pour le chercheur, des conquêtes qu'il fait sur l'inconnu et du progrès qui peut en résulter pour l'ensemble des connaissances humaines, c'est-à-dire de la Science.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES PERLES FINES

DE LA NACRE

ET DES ANIMAUX QUI LES PRODUISENT

CHAPITRE PREMIER

SUR LA STRUCTURE DE LA NACRE

L'histoire naturelle de la nacre est si intimement liée à celle de la perle, il existe une telle parenté entre ces deux produits, qu'il ne nous a pas semblé possible de séparer l'étude de l'une de celle de l'autre, bien que nos recherches personnelles sur la nacre aient été bornées à des points très spéciaux (n° 1).

Nous laisserons de côté l'historique bibliographique très bien fait, en 1900, par Stempell, et, en 1901, par Biedermann. Nous ne voulons pas davantage faire ici une analyse critique des travaux de ces auteurs, non plus que de ceux des Bowerbank, Bütschli, Carpenter, d'Erenbaum, Fremy, Harting, Hessling, Kelly, Königsborn, Kost, Krukenberg, Leydig, Moebius, Moynier de Villepoix, Nathusius, Tulberg, Voit, etc., etc. Nous chercherons surtout à donner de la nacre une idée nette, précise, en nous appuyant, d'une part, sur les travaux de ces auteurs, principalement sur les très remarquables recherches d'Otto Römer (n° 2) faites, à Heidelberg, sous l'éminente direction du professeur Bütschli et, d'autre part, sur nos observations personnelles sur la nacre et la perle. Cette étude comparative, synthétique, pour-

rait-on dire, nous a semblé très importante, parce que ce qui a été révélé sur la structure intime de la perle éclaire la connaissance de celle de la nacre et réciproquement. De la connaissance de la structure découle nécessairement des notions très importantes sur le mécanisme naturel de formation des perles et aussi sur la façon dont on doit envisager le problème de leur production forcée.

« Chez un certain nombre de mollusques gastéropodes, lamellibranches ou céphalopodes, dit Edmond Perrier dans son beau *Traité de Zoologie* (n° 3), qui tous ont conservé l'organisation des formes les plus anciennes de leur classe, la coquille est intérieurement revêtue d'une couche irisée, très éclatante, qui constitue la « nacre ». Les coquilles nacrées sont, parmi les gastéropodes, celles des Haliotidæ, des Trochidæ, tous diotocardes, et quelques Patellidæ; parmi les lamellibranches, celle des Nuculidæ, des Trigoniidæ, des Aviculidæ, des Anomiidæ; parmi les céphalopodes, celle des Nautilus. Cette couche nacrée n'est plus apparente chez les mollusques plus élevés, à cause de sa minceur. »

L'Anodonte a été souvent choisie comme sujet d'études, mais sa coquille ne diffère pas fondamentalement de celle des autres coquillages nacriers. On rencontre le plus souvent de dehors en dedans de la coquille :

1° La couche externe représentée par une membrane extrêmement mince et composée de conchyoline, souvent assez faible d'épaisseur et quelquefois même absente : on lui donne le nom de *drap marin* quand elle prend une certaine épaisseur et que sa surface devient villeuse. C'est le *périostracum* ou *épiderme cochléaire* des auteurs. Il est remplacé par une couche souvent vivement colorée et nommée, à cause de son brillant coloris, chez les mollusques dont la coquille est recouverte par le manteau (Cyprinidæ, Olividæ, etc.) : *couche porcelanée;*

2° Au-dessous de la cuticule se rencontre ordinairement une couche fortement colorée : la *couche pigmentaire;*

3° Cette dernière recouvre la couche des prismes ou couche calcaire ;

4° Enfin des assises plus minces et brillantes constituent la couche de *nacre* proprement dite.

Otto Römer considère que les couches de nacre *pénètrent* celles des prismes, mais il ressort de l'examen même des figures données par cet auteur qu'en réalité (fig. 1 du texte et fig. 13 et 14, pl. XXXI) les couches de prismes ne sont que la continuation de celle de nacre, mais d'ailleurs, plus loin, Römer déclare qu'il n'a jamais pu parvenir à délimiter les couches des prismes de celles de la nacre : il y a, dit-il, « un passage progressif de l'une à l'autre ».

Quant aux prismes, ils se terminent dans la couche de conchyoline, parfois par des bouts rétrécis (O. Römer : fig. 7 et 9, pl. XXX) formés de petits disques empilés lenticulaires de plus en plus petits. Ce détail est des plus intéressants à retenir pour des raisons que nous ferons valoir ultérieurement. Ces disques épais, arrondis, parfois presque sphériques, sont manifestement produits par des corpuscules absolument distincts, ayant une individualité propre et encore malléables, plastiques quand ils ont été empilés les uns sur les autres. Au début de la formation de cette couche des prismes, ils étaient probablement moins plastiques que plus tard, ou bien la pression exercée sur eux était plus faible, la résistance à la poussée vers l'extérieur rencontrant une moindre opposition. Bientôt après le début de la formation, on voit ces disques devenir de plus en plus minces et leurs limites respectives ne sont plus indiquées que par les *stries principales transversales* des prismes. D'autres fois, là où les prismes arrivent dans la membrane externe, les coupes transversales montrent des figures évidées, en forme d'étoile dans la conchyoline. Les prismes, par leur accollement, dessinent dans l'épaisseur de leur couche des *stries principales longitudinales* allant de dedans en dehors et en continuité, comme nous l'avons dit, avec celles de la nacre : les *stries principales transversales*

sont le résultat de l'empilement des disques et correspondent à leur ligne de séparation respective. Suivant Nathusius et Königsborn, ce qui sépare les disques ce sont des lamelles de conchyoline tendues en travers. Römer nie l'existence de ces septums dont, pourtant, l'existence n'a pas été contredite par Biedermann ; il pense que seulement çà et là, la couche des prismes est partagée en plusieurs étages par de fines membranes bâties d'alvéoles de conchyoline.

Avec Ehrenbaum, Römer admet que la nacre n'est nullement stratifiée ; les lamelles empilées sont fréquemment réunies par des cloisons montantes qui donnent souvent aux cassures la forme d'escaliers, et il ajoute qu'outre les lamelles de jonction en escalier, il y en a d'autres très pâles, qui partagent la bande comprise entre deux coupes lamellaires de conchyoline en compartiments particuliers. Il en conclut que fondamentale la nacre offre une structure non purement lamellaire, mais aussi, en même temps, avec des chambres.

Nos observations personnelles nous ont conduit à admettre qu'en effet il n'y a aucune ligne de démarcation entre la couche de la nacre et celle des prismes, et que les différences de structure entre l'une et l'autre sont plus apparentes que réelles. Ici et là, on trouve des disques qui sont devenus très minces dans la couche de nacre et plus ou moins polyédriques dans les deux couches, ou dans l'une des deux couches seulement (prismes surtout). Ces disques sont ordinairement séparés les uns des autres par un diaphragme de conchyoline, le plus souvent incomplet, dont la coupe représente les stries principales transversales, ces couches forment des cloisons transversales qui s'insèrent sur des cloisons longitudinales formant la gaine des prismes dont la coupe représente les stries longitudinales séparant les prismes. En d'autres termes, les prismes de la couche moyenne et les fibres de la nacre sont formés de la même manière, ils se continuent sans transition et sont constitués par des disques empilés renfermés dans des gaines de conchyoline et séparés les uns des autres par de fins dia-

phragmes membraneux de conchyoline formant des cloisons transversales, le plus souvent incomplètes. Il en résulte une série de chambres, en file, en général communicantes, constituant le squelette du prisme ou de la fibre de nacre et chaque chambre du squelette ou charpente est occupée par un disque plus ou moins aplati de nature organico-minérale, dont nous apprendrons bientôt l'origine et la nature. Les contours des prismes paraissent plus ou moins ondulés parce que leur gaine n'a pas partout la même épaisseur ; particulièrement au point d'insertion des cloisons transversales, avec lesquelles ces épaississements formant saillie sur la face interne de la gaine, se continuent ordinairement. Les cloisons transversales des chambres ou alvéoles sont, en général, brisées par la décalcification, surtout si elle est rapide. La décalcification par l'acide chlorhydrique est surtout dangereuse à ce point de vue. Le liquide de Perenyi, qui est en même temps un fixateur et un décalcifiant, m'a donné des résultats excellents, mais, néanmoins, la sortie des bulles d'acide carbonique produit ordinairement des déchirures.

Römer s'est demandé si le contenu des prismes renferme une matière organique et, pour cela, il a encore employé l'acide chlorhydrique, qui a le grave inconvénient de modifier et de dissoudre les matières albuminoïdes. Il dit que la décalcification laisse bien un résidu « tout petit et ombré », mais il prétend que cela ne signifie rien, parce que Bütschli a montré que des particules de spath et d'aragonite se dissolvent en laissant de pareils résidus, ainsi que les aiguilles décalcifiées de *Leucandra*.

Nos recherches nous ont montré que toujours les disques renferment à la fois de la matière inorganique (carbonate de chaux surtout) et de la matière organique qui se colore très facilement après décalcification par les réactifs colorant des protoplasmes.

Cette substance diffère de la conchyoline, qui est bien cependant, comme l'admet Römer, après Fremy, une substance

azotée quaternaire et non, comme l'a prétendu Kost, simplement de la chitine.

Römer a cherché à pénétrer la structure intime du contenu des prismes : il admet que les prismes possèdent la microstructure globulitique alvéolaire que Bütschli, en 1898, a trouvée dans de nombreuses substances organiques et inorganiques : elle se rapprocherait dans les prismes, plutôt de l'éponge que de la mousse. L'examen direct et même celui des figures données par Römer (fig. 1, 2, 15, pl. XXX, fig. 21, 22, 19 *c*, pl. XXXI, fig. 23, pl. XXXII), montre bien nettement que ce contenu est constitué par l'assemblage et l'accolement de ces éléments primordiaux auxquels j'ai, il y a bien longtemps, donné le nom de *vacuolides* et que d'autres ont appelés *plastidules*, *sphérules*, *microsphérules*, etc., etc. (v. n° 4).

Römer a décrit, en outre, de fines striations transverses et longitudinales des prismes et d'autres striations radiaires. Elles seraient formées par les cloisons des microalvéoles, serrées de façon à former un réticulum avec nœuds obscurs, pris parfois pour des grains de pigments.

Pour nous, il ne s'agit pas de mailles circonscrivant des vides, mais bien de vacuolides serrées les unes contre les autres et orientées en files, de façon à donner par leur lignes d'accolement les stries longitudinales, transversales et radiées.

D'après Römer, la microstructure des prismes rappellerait celle que Bütschli a montrée pour les sphérites, ou structure alvéolaire concentrique rayonnée et chaque prisme apparaîtrait dans sa totalité comme un long morceau prismatique coupé dans un sphéro-cristal le long d'un rayon.

Biedermann, au contraire, regarde le prisme comme une stratification de sphéro-cristaux superposés extrêmement minces en forme de disques.

Mais Römer objecte que, sur les plaques transverses des prismes, on ne reconnaît rien ou à peu près rien d'une structure concentrique rayonnée, ce qui serait le cas avec des disques sphériques et qu'au lieu de la croix ordinaire en

lumière polarisée des vrais sphéro-cristaux on ne rencontre que la « croix de Bertrand ».

Pourtant, l'auteur est obligé de reconnaître que la terminaison des prismes dans le périostracum est bien formée de sphéro-cristaux empilés, plus ou moins déformés et donnant nettement la croix de polarisation. En réalité, il n'y aurait pas de différence fondamentale entre les sphéro-cristaux terminaux de la couche des prismes et les sphéro-disques des couches plus profondes et de la nacre qu'une déformation plus grande produite par un aplatissement plus complet. Cela est bien suffisant pour expliquer que les premiers donnent la véritable croix de polarisation et les seconds simplement la croix de Bertrand.

En 1890, nous avons employé la lumière polarisée pour nos recherches (n° 1) sur la structure comparée de la coquille des *Pholas dactylus, Pholas condida*, *Teredo norvegica* et de leurs pièces accessoires et, entre autres renseignements fort intéressants, cette étude nous a montré que la couche des prismes présente une belle couleur verte diaprée de rose, comme cela se produit pour les cristaux dont les axes sont diversement orientés dans une coupe de roche. Les phénomènes colorés dont parle Biedermann ne prouvent nullement l'existence d'une structure sphéro-cristalline.

D'autre part, nos recherches sur les propriétés optiques des perles nous conduisent à rejeter aussi bien la supposition de Biedermann que les sphéro-disques et les disques des prismes sont des sphéro-cristaux plus ou moins déformés, que l'opinion admise par Bütschli et Römer que les prismes sont des rayons de sphéro-cristaux. La forme extérieure des prismes n'a rien à voir avec la véritable forme du cristal et les prismes ne sont ni des amas de sphéro-cristaux, ni des morceaux de sphéro-cristaux, mais de petits sphéro-cristaux peuvent bien prendre naissance dans les *vacuolides*.

Nous reviendrons sur ce sujet à propos des perles qui, elles non plus, ne sont pas des sphéro-cristaux.

D'après Römer, la *surface du manteau* observée vers la coquille offre l'image microscopique qu'il a figurée (fig. 17, pl. XXXI) dans son travail et qu'il décrit de la manière suivante. On voit des cellules épithéliales irrégulièrement conformées et incurvées en méandres, les unes vis-à-vis des autres, composant un ensemble de mosaïque dans laquelle sont disséminés çà et là des corps sombres, ronds, assez grands. Ces corps sombres montrent en leur milieu une tache claire nettement bordée; tout autour de celle-ci, les corps sombres sont en partie recouverts par les cellules méandriformes. Ces corps arrondis sont manifestement, pour l'auteur, des cellules glandulaires, et les taches brillantes, des pores d'excrétion. On voit, entre les cellules méandriformes, des espaces intermédiaires assez larges, de sorte que les limites des cellules apparaissent comme des lignes doubles largement espacées. Les cellules épithéliales se touchent mutuellement à leurs bouts internes et externes, tandis que leurs parties moyennes s'écartent l'une de l'autre et laissent entre elles de larges espaces sur le côté tourné vers la coquille. L'épithélium montre un ourlet alvéolaire très net. Les glandes unicellulaires sont de grandes pièces en forme de coupe avec contenu granuleux. On remarque assez souvent des tampons muqueux sortant de ces cellules ; là où est une glande cellulaire, on trouve ordinairement un renforcement du bord de l'épithélium.

Römer considère comme très importantes les conditions qu'il a décrites, parce que, dit-il, elles montrent que ni le partage polygonal de la nacre, ni les sections polygonales des prismes ne peuvent correspondre aux contours des cellules épithéliales qui les engendrent. En tous cas, ajoute-t-il cependant, il est très permis de penser, et l'on ne doit pas le contester, que certains dessins en relief, tels qu'on les a observés sur la surface interne de la coquille, sur la nacre, peuvent être regardés comme des impressions des bords des cellules épithéliales.

Otto Römer n'a pas bien compris le véritable mécanisme de

formation de la nacre, qui est le même que celui de la perle, parce qu'il est dominé par l'idée que la nacre est uniquement le produit d'une sécrétion des cellules épithéliales. C'est en étudiant le mécanisme du fonctionnement de l'épithélium du sac perlier que nous sommes arrivé à comprendre celui de la formation de la nacre. (V. pages 23, 58 et fig. 10.)

BIBLIOGRAPHIE

N° 1. 1896. Dubois (Raphaël), Etude sur la nature des valves ou pièces accessoires chez les pholadidæ et sur l'importance que présente la connaissance de la texture histologique au point de vue de la classification *(Bull. Soc. malac. France*, VII).

N° 2. 1903. Römer (Otto), Untersuchungen über den feineren Bau einiger Muschelschalen *(Zeitsch. f. wiss. Zool.*, vol. LXXI, p. 436-472).

N° 3. 1897. Perrier (Edmond), *Traité de Zoologie (Mollusques).*

N° 4. 1906. Dubois (Raphaël), les Vacuolides *(Bull. Soc. Biol.*, vol. LX, p. 526).

CHAPITRE II

STRUCTURE DES PERLES

Pour arriver à la connaissance exacte de la structure de la perle, ou, si l'on préfère, des perles en général, nous avons eu recours à la méthode comparative. Après avoir étudié celle de la nacre, nous avons porté nos investigations sur les types de perles les plus divers.

Nous avons employé la méthode des coupes par usure sans décalcification et la méthode ordinaire des coupes, avec réactifs colorants variés, après décalcification. Le liquide de Perenyi nous a donné les meilleurs résultats. C'est à la fois un fixateur et un décalcifiant : il a, en outre, l'avantage de pénétrer rapidement, mais sans brusquerie, le tissu de la perle. Nous nous sommes servi fréquemment aussi de la dissociation après décalcification, principalement pour l'étude du noyau de la perle. Pour l'étude du sac perlier et de son épithélium, nous avons adopté la technique usitée en pareil cas.

L'emploi de la lumière polarisée, dont nous avions signalé l'importance à propos de l'étude de la nacre dès 1890 (v. bib. chap. I, n° 1), nous a rendu les plus grands services[1].

Nous passerons d'abord en revue les diverses coupes les plus caractéristiques que nous ayons obtenues et nous tirerons ensuite de cet examen les conclusions qu'il comporte.

[1] Une partie des recherches sur l'action des coupes de perles sur la lumière polarisée a été faite avec la savante collaboration de mon collègue M. Offret, professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences de Lyon.

Dans la Planche I, nous rencontrons d'abord les détails suivants :

Figure I. — Perle diaphane de Pinna nobilis (longueur, 2 millimètres 2, largeur, 1 millimètre 8). Le noyau est volumineux, ovoïde comme la perle elle-même, il est formé d'une substance jaunâtre, au sein de laquelle on distingue un réseau, qui semble formé par la section d'alvéoles. Autour du noyau, une zone claire limitée par une couche amorphe sur laquelle viennent se terminer certains tubes alvéolaires, d'où d'autres semblent naître. D'autres enfin paraissent traverser cette zone, venant de la périphérie du noyau. A un assez fort grossissement, la substance périnucléaire semble très finement striée, les stries sont concentriques et il y en a d'autres qui vont du centre vers la périphérie, en rayonnant. On ne voit pas ces stries sur la photographie. Celle-ci, en revanche, montre nettement les tubes alvéolaires, qui sont très espacés dans cette perle. Les tubes alvéolaires sont striés transversalement et cette striation résulte des séparations des disques empilés dans leur intérieur : on en peut compter jusqu'à 250 par millimètre.

L'examen en lumière polarisée les nicols étant croisés montre ce qui suit :

Le phénomène de la croix de polarisation se produit bien, mais les secteurs qui en forment les branches ont des bords irréguliers. Entre eux se voient, dans la partie transparente, de fins secteurs en flèche à pointes tournées vers le noyau : ils sont colorés soit en vert, soit en rose. L'ensemble rappelle l'aspect que présenterait une ombrelle diaprée de vert et de rose, incomplètement étendue et montrant ses plis presque complètement ouverts.

Figure 2. — Grosse perle diaphane de Pinna nobilis (longueur 7 millimètres, largeur 5 millimètres). Le noyau est relativement très petit, clair au centre, plus foncé et coloré en jaune vers la partie périphérique, qui montre un réseau formé par

les sections des alvéoles, on n'y voit rien qui rappelle la présence d'un parasite. Les replis alvéolaires sont très finement striés transversalement et la striation paraît même s'étendre à toute la masse, qui est granuleuse. Ces granulations, à contours irréguliers, sont d'infiniment petites masses cristallines.

En *lumière polarisée (v. pl. III, fig. I)*, la croix se produit par le croisement des nicols, les bords des secteurs sont nettement tranchés : on voit, que la branche supérieure de la croix est composée, en réalité, de trois secteurs demi-lumineux séparés par deux secteurs absolument obscurs, les parties lumineuses sont formées de plaques roses et vertes d'un joli effet.

Figure 3. — Perle rouge de Pinna (longueur 3 millimètres 5 et largeur 3 millimètres). On ne voit pas le noyau, la coupe est faite un peu obliquement et ne passe pas par le méridien. Cela permet de distinguer très nettement les sections des alvéoles juxtaposées les unes aux autres et se touchant par leurs six pans. La section des alvéoles est hexagonale et de dimensions relativement très grandes, variables, d'ailleurs. En *lumière polarisée*, à l'extinction, les bords des secteurs de la croix noire sont très irréguliers *(pl. III, fig. 2)*, elle permet de distinguer trois à quatre zones concentriques vers la périphérie, qui ne se voyaient pas à l'éclairage ordinaire. Les parties lumineuses présentent aussi de jolies plages *roses* et *vertes*.

Figure 4. — Perle noire de Pinna (3 millimètres de diamètre). Les alvéoles sont encore larges, mais plus serrées, les stries plus épaisses, surtout dans les zones sombres, les assises qui les forment sont opaques, le noyau n'est pas visible, la coupe ne passant pas par le centre, mais on voit nettement les sections hexagonales des alvéoles. L'ensemble de la coupe ressemble à celle d'un tronc d'arbre. Au centre, se trouvent des zones noires séparées des zones extérieures, un peu moins sombres, par des zones transparentes. C'est un acheminement

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

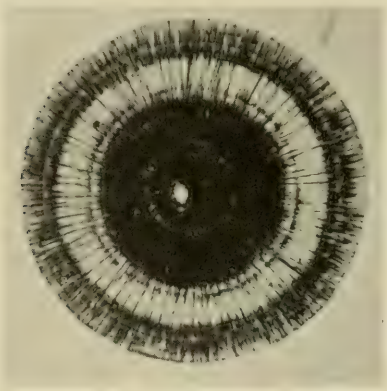

Fig. 4.

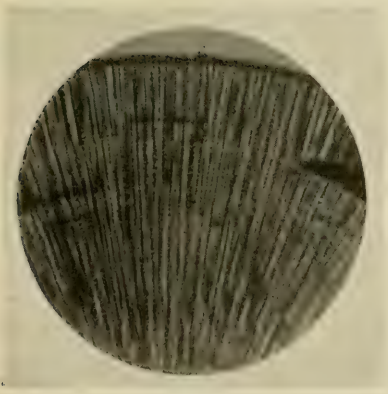

Fig. 5.

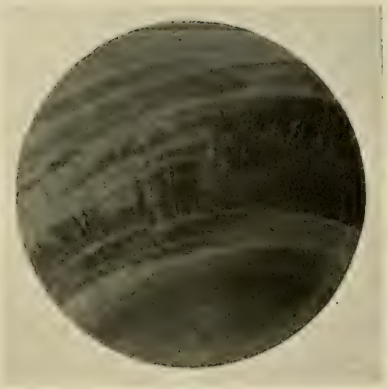

Fig. 6.

vers la structure fine à lames concentriques minces et rapprochées; ici elles sont épaisses et écartées.

A la *lumière polarisée* (extinction), les quatre secteurs obscurs de la croix sont dédoublés : il y en a huit au lieu de quatre séparés par des secteurs clairs; pas d'irisation.

Figure 5. — C'est une portion aggrandie de la précédente pour montrer les replis formés par les alvéoles et les stries plus prononcées, plus sombres dans les zones obscures que dans la couche claire moyenne.

Figure 6. — Perle blanche ronde de Mytilus edulis (diamètre, 3 millimètres).

C'est une curieuse forme de passage entre la perle de Pinna, sans zones concentriques et la perle fine vraie à zones concentriques minces et très rapprochées. Cette coupe montre déjà un grand nombre de couches concentriques, *en oignon*, mais dans les plus épaisses, on distingue encore nettement les alvéoles avec leurs assises successives formant striation. Seulement, on apprend par l'examen attentif de cette coupe comment se forment les couches successives de la perle fine et on y voit ce que nous avons démontré par d'autres recherches, à savoir que le travail de sécrétion des alvéoles est distinct de celui qui forme les assises ou stratifications calcaires *(V. n° 1, bib. chap. II)*. Çà et là, entre deux zones concentriques, on voit des espaces clairs dans lesquels on distingue encore nettement les alvéoles, mais ils sont vides, ou tout au moins ne présentent pas de stries, d'assises internes visibles. C'est probablement parce qu'en ces zones, très réduites en épaisseur, quand les lames sont minces et rapprochées, la résistance est moindre, que la perle peut se peler comme un bulbe d'oignon.

Dans les régions où les zones concentriques, riches en calcaire se multiplient, on voit peu à peu s'effacer la structure alvéolaire en colonnettes prismatiques striées. *On peut suivre*

peu à peu tous les degrés de passage de la forme rayonnée à la forme bulbeuse. Les zones en devenant moins épaisses, sont si finement striées qu'on ne voit plus les assises déposées dans les alvéoles.

Vue dans la lumière polarisée *(pl. III, fig. 4)*, la croix de polarisation prend déjà l'aspect qu'elle a dans les coupes de perles fines, mais le « sablé » de la croix noire est moins serré, de plus, çà et là, apparaissent, surtout dans la moitié supérieure des raies alternativement opaques et transparentes dirigées dans le sens des rayons et qui indiquent la persistance des colonnettes des alvéoles : on voit donc encore la transition entre les deux formes typiques. Le noyau présente une petite croix noire indépendante du reste du champ.

Dans la PLANCHE II, nous relevons les détails suivants :

Figure 1. — C'est la même coupe que celle de la figure 6 (pl. I), mais vue à un plus faible grossissement pour montrer l'ensemble.

Figure 2. — Perle plan convexe blanche de Pinna (4 millimètres de diamètre). C'est aussi une perle de passage. Sur les zones les plus extérieures de la face plane, se voit encore la structure striée à colonnettes. Sur les parties des couches transparentes du côté droit, on distingue nettement les alvéoles, mais elles ne portent pas de striation, enfin, toute la partie centrale a la structure des perles fines : les colonnettes ont disparu pour faire place aux couches concentriques minces.

En *lumière polarisée*, à l'extinction (pl. III, fig. 3), on voit une belle croix noire qui s'étend sur toute la coupe. La branche inférieure montre l'aspect des deux types de perles vues avec les nicols croisés.

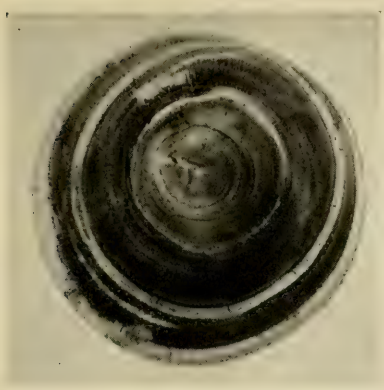

Fig. 1.

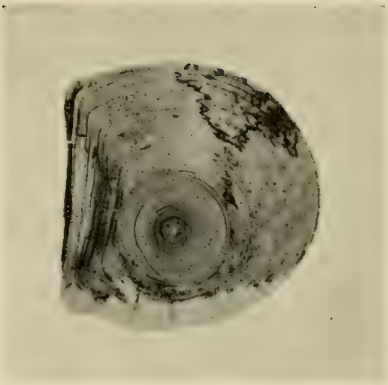

Fig. 2.

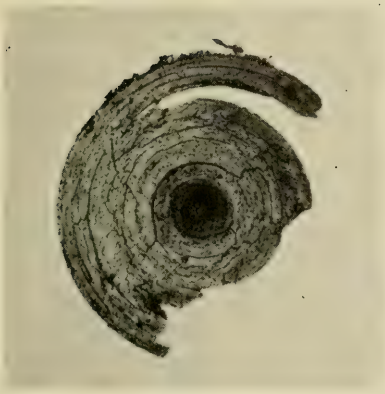

Fig. 3.

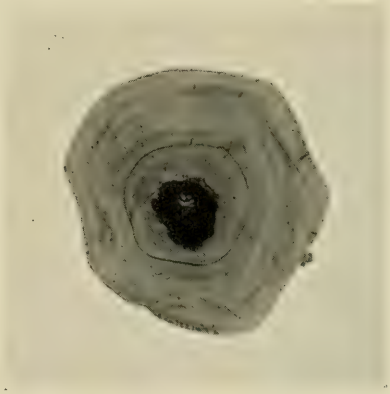

Fig. 4.

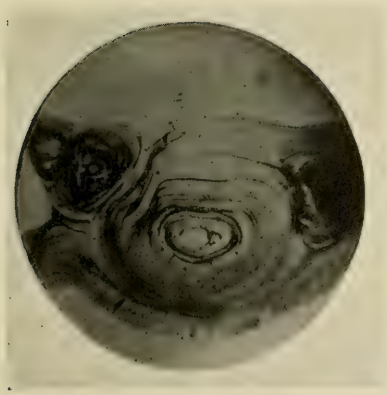

Fig. 5.

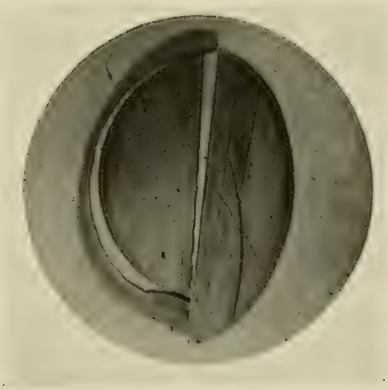

Fig. 6.

Figure 3. — Perle blanche de Pinna (2 millimètres de diamètre). Elle a complètement la structure à couches concentriques, la coupe ne montre plus trace d'alvéoles ni de colonnettes à striation ; il ne reste qu'une légère trace vers la périphérie.

A la lumière polarisée (pl. III, fig. 6), jolie croix noire cendrée à bords réguliers ; les parties transparentes offrent des plages roses et vertes d'un très bel effet ; les limites de ces plages répondent à des lignes formant un craquelet à bords irréguliers et dentés.

Figure 4. — Perle blanche de Mytilus edulis (4 millimètres de diamètre). Le noyau est volumineux ; au centre il y a des compartiments et des débris organiques provenant vraisemblablement d'un parasite assez grand. Les lignes formées par la section de zones concentriques minces sont ondulées. La lumière polarisée accentue ces ondulations (pl. III, fig. 5), et fait ressortir, en outre, des lignes foncées correspondant à des groupes de zones concentriques. Cette coupe, dans les parties claires montre des irisations roses et vertes.

Figure 5. — Cette coupe de 10 millimètres de longueur sur 6 de largeur représente une *perle fine de pintadine*, flanquée de deux ou trois autres plus petites. Ces perles devenues adhérentes à la coquille ont été recouvertes par la nacre facile à reconnaître à la partie supérieure de la figure à sa structure striée. La perle, au contraire, est à structure finement concentrique. Dans la lumière polarisée, cette zone nacrée est beaucoup plus lumineuse, la partie centrale donne une croix sablée sans irisations, ni plages colorées.

Figure 6. — Coupe d'une *perle de nacre artificielle japonaise* (longueur 6 millimètres ; largeur 4 millimètres). Ces perles sont obtenues en fixant une lentille plan convexe de nacre entre la coquille et le manteau et pour arrondir la perle, on colle sur la partie non couverte de nacre une autre lentille de nacre

ordinaire. La préparation montre les deux coupes de ces lentilles, la mince couche de nacre qui recouvre la surface convexe de l'une d'elles a la structure des perles fines. On n'y voit pas de colonnettes ; elle est séparée du support par une couche de substance organique (v. page 115).

A la *lumière polarisée* (extinction), on distingue sur la coupe de la couche déposée le commencement de deux croix sablées, mais les supports de nacre ne montrent pas de croix ; ils sont seulement lumineux dans le champ éteint des nicols croisés.

Cette coupe explique pourquoi ces perles artificielles du Japon manquent de solidité. La couche à orient n'adhère pas directement au bouton de nacre et la substance organique présente même des vides, des soufflures, au niveau desquelles la couche nacrée ne repose sur rien (n° 3).

Les faits et documents exposés ci-dessus nous permettent de comprendre aisément la véritable structure générale de la perle surtout en les complétant par ceux qui ont été découverts par nos prédécesseurs : nous reproduirons seulement, dans ce travail, ceux qui sont nécessaires pour se faire une idée exacte et assez complète de la structure de la perle, de ses propriétés principales et de son mode de formation, car nous n'avons pas pour but de faire actuellement une étude bibliographique et critique de tout ce qui a été écrit sur la perle. C'est en 1853 que David Brewster découvrit le phénomène de réseau dû aux *stries réticulées* des perles. Et c'est le seul dont véritablement l'opinion peut expliquer les effets d'irisation et d'orientation des perles fines. Les jeux de lumière dus à la présence des lames minces, à la biréfringence de la matière calcaire sont d'ordre très secondaire, sinon négligeable. Brewster a montré d'ailleurs qu'en imprimant les *stries réticulées* de la surface des perles fines sur une substance plastique, cire noire (mélange de cire et de résine), ou même d'un alliage métallique mou, on arrive à reproduire les irisations de la perle.

Fig. 1.

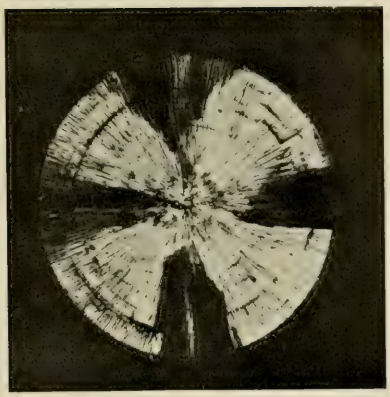

Fig. 2.

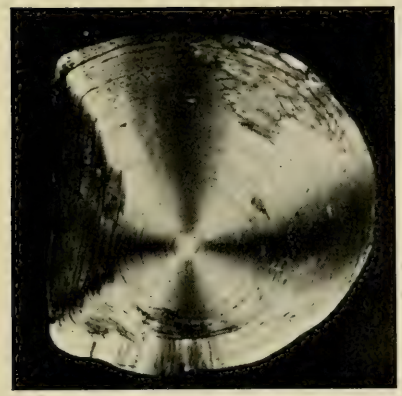

Fig. 3.

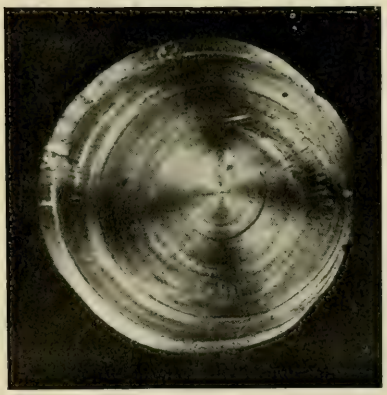

Fig. 4.

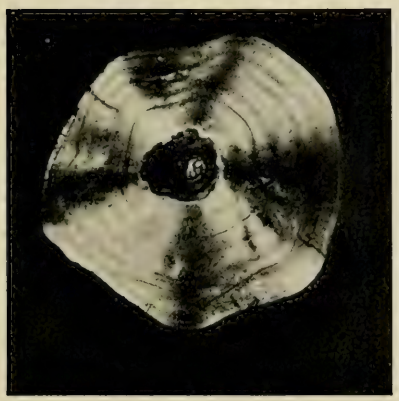

Fig. 5.

Fig. 6.

L'étude histologique de la perle et du sac dans lequel elle prend naissance m'a permis de découvrir l'origine et la nature des stries réticulées dont parle Brewster et par conséquent d'expliquer le secret de la puissance enchanteresse de la perle si longtemps cherché.

C'est en 1901 (v. n° 1) que, pour la première fois, mon attention fut appelée sur la singulière disposition des cellules formant la couche interne d'un sac perlier renfermant une assez grosse perle produite par une *Margaritana margaritifera* que j'avais trouvée à Pont-Aven, dans le Finistère. En séparant avec précaution la couche en question du tissu conjonctif qui la double extérieurement, et après coloration au picro-carmin et examen à plat dans la glycérine, je fus frappé de la structure singulière de cette couche. Elle était *fenêtrée*. Les cellules épithéliales étaient étoilées, avec un noyau au centre de l'étoile et les extrémités des branches soudées avec celles des cellules voisines, de façon que les diverses branches limitaient des polygones assez réguliers. La plupart des fenêtres ainsi formées étaient vides, mais d'autres étaient obstruées par des globules irréguliers, granuleux, se colorant difficilement et rappelant tout à fait par leur aspect et par leurs caractères chimiques et physiques les cellules migratrices que j'ai décrites dans les tissus du siphon de la Pholade dactyle (n° 2, pl. XIII, fig. 1, 2, 3). Sur des coupes de perles, renfermées dans leur sac, j'ai reconnu par la décalcification qu'il s'agissait bien de cellules migratrices chargées de granulations calcaires pénétrant dans l'intérieur du sac perlier au travers des fenêtres intercellulaires.

Dans les perles des *Pinna* à structure alvéolaire, on reconnaît facilement que les cellules réticulées de la face interne du sac sécrètent le squelette de conchyoline qui forme les alvéoles en nid de guêpes, et que dans ces alvéoles viennent s'accumuler les cellules migratrices calcarifères.

Tout à fait au début de la formation des perles de *Mytilus edulis*, on voit ces éléments migrateurs se déposer à la surface

du distome parasite et donner naissance à de petits cristaux diversement orientés (v. p. 58 et fig. 10).

On distingue même facilement que le contenu des alvéoles n'est pas composé que de substance calcaire, car il reste toujours après la décalcification une substance colorable de nature organique correspondant aux disques, aux lamelles des prismes, c'est-à-dire au contenu des alvéoles.

Enfin, on voit très bien que la striation transversale des prismes est due à un épaississement plus ou moins prononcé de la paroi interne de l'alvéole formant un septum plus ou moins complet séparant chaque dépôt organico-calcaire ou lamelle. Les alvéoles étant mitoyens et les cloisonnements en question étant situés au même niveau dans tous les alvéoles, il en résulte, quand les cloisons transversales sont complètes, ou à peu près, un épaississement général du squelette de conchyoline à ce niveau, lequel peut simuler une couche continue et c'est ainsi que de la forme alvéolaire proprement dite on passe à la forme concentrique en lames minces, continues ou en oignon. Le passage se voit nettement dans les figures. Il ne me paraît pas nécessaire d'insister davantage : on a maintenant, je pense, une idée précise, nette, complète, définitive de la structure générale des perles et de ses diverses variations.

Si l'on rapproche ce que nous venons de décrire de ce qui a été dit de la nacre, on demeure convaincu que le procédé de formation de la nacre et de la perle est le même, mais Otto Römer, n'a vu, à propos de la nacre, qu'une partie de la vérité, parce qu'il s'est laissé influencer par cette opinion adoptée par tous les auteurs, à savoir que la nacre et la perle sont le produit d'une *sécrétion*. Pourtant il semblerait qu'il en admet deux, puisqu'à certains moments, il parle de sécrétion des cellules épithéliales du manteau et à d'autres de sécrétion de glandes unicellulaires. Il n'a pas donné une figure de ces glandes unicellulaires qu'il dit être en forme de coupe : l'existence de ces glandes lui est révélée principalement par des orifices béants

et par d'autres d'où sortent des bouchons muqueux qu'il considère comme le produit de sécrétion de ces prétendues glandes.

C'est bien ce que j'ai constaté dans la couche épithéliale du sac de la perle, seulement les orifices béants existant entre les expansions cellulaires sont les points de sortie des cellules migratrices calcaires. Il ne s'agit pas là d'une sécrétion, mais d'un phénomène de *diapédèse* des éléments migrateurs sollicité par la présence d'un corps étranger : c'est chez la perle, un mécanisme de défense. Les cellules épithéliales sécrètent la conchyoline servant à former le squelette.

Dans les perles des Pinna, le fait est très évident, car les mailles polygonales de la surface de la perle correspondent exactement par la forme et par la grandeur aux mailles polygonales limitées par les expansions des cellules étoilées. C'est dans ces mailles que s'ouvrent les méats par où les cellules migratrices pénètrent dans les alvéoles, où elles s'empilent en se déformant pour former les disques ou lamelles.

Otto Römer a bien vu qu'au début de la formation des prismes, les disques sont beaucoup moins aplatis et presque sphériques (v. page 7), ce sont des cellules migratrices qui, rencontrant une résistance moindre, ont été moins comprimées, partant moins déformées.

J'insiste sur ce fait qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre la structure et la nature même de la nacre et de la perle. Or, dans aucune des coupes de perles contenues dans leur sac, faites soit par moi, soit par les meilleurs auteurs, on n'a trouvé trace de glande. Ni Jameson, ni Boutan n'ont montré ces organes sur les coupes de sac de perles qu'ils ont figurées et même photographiées, mais ce qu'on voit très nettement, ce sont des cellules migratrices, parfois au nombre de plusieurs, immédiatement au-dessous de l'épithélium dans les mailles du tissu conjonctif qui lui sert de support. Enfin, sur plusieurs de mes coupes, j'ai vu nettement le passage de ces éléments migrateurs s'effectuant par les espaces laissés libres entre les méandres limités par les cellules épithéliales.

La formation de la perle, comme celle de la nacre, ne comporte qu'*une* sécrétion, celle de la conchyoline formant le squelette organique : elle est due aux cellules épithéliales ; le remplissage de ce squelette, du moule pourrait-on dire, se fait par des cellules migratrices calcaires traversant l'épithélium par diapédèse dans un but de défense.

La construction de la nacre comme celle de la perle exige deux ouvriers de métier différent, un charpentier et un maçon.

BIBLIOGRAPHIE

N° 1. 1904. Dubois (Raphaël), Sur le mécanisme sécrétoire producteur des perles (*C. R. Ac. sc.*, 14 mars).

N 2. 1892. Dubois (Raphaël), Anatomie et physiologie comparée de la Pholade dactyle (*Ann. de l'Un. Lyon.*, vol. II, fasc. 2).

N° 3. 1904. Dubois (Raphaël), Sur les perles de nacre (*C. R. Ac. sc.*, 24 février).

N° 4. 1814. Brewster (David), On the New Proprieties of Licht, Exhibited in the Optical Phenomena of Mother-of-Pearl (*Phil. trans. Roy. Soc. Lond.*, vol. II; *Journ. de phys.*, vol. LXXXI, et *Treatise on Optics*, London, 1831).

CHAPITRE III

SUR LES PROPRIÉTÉS ET SUR LA COMPOSITION CHIMIQUES DE LA NACRE ET DE LA PERLE

Tous les auteurs sont d'accord pour estimer que la nacre et la perle sont, au point de vue chimique, principalement constituées par une matière cornée organique, la conchyoline formant le squelette, le substratum de ces formations et de carbonate de chaux qui leur donne leur poids et quelques autres qualités.

Quand une perle a été pulvérisée et qu'on jette sa poudre dans du vinaigre, celui-ci l'attaque et il se produit une effervescence. Mais il n'en est pas de même quand la perle est entière : l'acide acétique l'attaque très lentement, très superficiellement à froid et même à l'ébullition à cause du squelette organique qui protège la partie calcaire. C'est donc à tort que l'on a prétendu que Cléopâtre avait dissout dans du vinaigre une de ses merveilleuses perles pour la faire avaler à Antoine : Si la légende a un fond de vérité, il est plus naturel, comme certains l'ont prétendu, qu'elle la lui fit avaler entière dans du vin.

L'acide nitrique dilué décalcifie facilement les perles, mais comme je l'ai indiqué déjà, ce qui m'a donné le meilleur résultat dans mes recherches, c'est l'emploi du liquide de Perenyi, qui est à la fois fixateur et décalcifiant et dont la formule est la suivante :

Acide nitrique à 10 o/o.	40 cc.
Alcool absolu.	30 cc.
Solution aqueuse d'acide chromique à 1/2 gr. pour 100.	30 cc.

dont on peut aider l'action par une douce chaleur ; ce mélange s'altère à la longue, il est préférable de l'employer frais.

Lorsque la perle est complètement décalcifiée, il reste le squelette de conchyoline : la perle est devenue molle, on peut alors à l'aide de deux aiguilles dissocier facilement les couches successives de matière organique qui sont superposées les unes aux autres comme les couches d'un bulbe d'oignon. Cette comparaison due à Réaumur est parfaitement exacte si l'on tient compte des restrictions que nous avons faites (v. page 22). Au centre, on rencontre un noyau parfois presqu'imperceptible formé également de matière organique, mais différente de la conchyoline. Je n'y ai jamais pu déceler de grain de sable ou autre matière minérale dure après décalcification. Comme l'acide azotique, l'acide chlorhydrique a été aussi employé pour décalcifier les perles, mais il ne vaut pas non plus le liquide de Perenyi. C'est cette propriété décalcifiante de l'acide chlorhydrique que l'on avait mise à profit autrefois pour restaurer les perles dites *mortes :* on les faisait avaler à des pigeons : les couches superficielles étaient dissoutes et, comme ce sont souvent les seules qui sont altérées, la perle retrouvait son éclat. Il ne faut pas que l'action soit trop prolongée, car Redi a vu qu'au bout de vingt-quatre heures une perle avait déjà diminué d'un tiers par cette opération.

A la longue, par l'effet du temps, la matière organique se détruit. C'est encore Redi qui rapporte qu'à l'ouverture du tombeau où les filles de Stilicon avaient été enterrées avec leurs ornements onze cent dix-huit ans auparavant, on trouva toutes leurs richesses en très bon état, excepté les perles, qui étaient si tendres qu'elles s'écrasaient facilement sous le doigt.

Tout ce qui vit ou a vécu vieillit et à cette inexorable loi n'échappent pas même les perles : c'est ce qui fit souvent le désespoir des compagnons de Christophe Colomb et de ses successeurs qui, d'après Pierre Martyr, pillèrent sans scrupules les temples des malheureux Indiens, violèrent les sépultures

pour s'emparer des colliers et autres ornements de perles fines : les macabres dépouilles, quand elles n'étaient pas trop pourries, allaient embellir les toilettes des grandes dames et des seigneurs espagnols : étrange résurrection !

Pourtant, la perle résiste longtemps, surtout dans de bonnes conditions, à l'action du temps, ainsi qu'en témoigne l'A de Charlemagne et la couronne du roi des Goths, dont nous donnerons autre part l'histoire. Nous possédons également des perles fossiles, mais il y a eu fossilisation sans doute, d'où solification secondaire. Seulement même sans les détruire, le temps les modifie toujours. Il diminue leur éclat et même, sans aller jusque-là, leur donne une teinte jaunâtre qui peut les brunir en s'accentuant, mais ne leur enlève pas de leur valeur, si elle n'est pas très prononcée.

Il se forme donc, sous des influences difficiles à définir et qui peuvent être multiples, ce qu'on peut appeler une *pigmentation* de la perle, probablement aux dépens de ce que j'ai appelé les *propigments* (n° 1), substances qui, dans les perles blanches, n'ont pas encore de couleur, mais peuvent en acquérir par l'action de divers agents : lumière, chaleur, émanations de gaz, de vapeur, etc.

La plupart des espèces de perles sont colorées, comme nous l'avons déjà dit : il y en a, outre les blanches, de noires, de rouges, de grises, de mauves, de jaunes et de vertes et même de bleues (voir page 40 : *Couleur des perles*).

Je me suis assuré, en ce qui concerne les perles noires et les rouges, que la coloration est due au squelette de la perle et non à la matière calcaire qui aurait pu être mélangée à des sels métalliques.

La conchyoline renferme donc des pigments et ils peuvent différer selon l'espèce et aussi dans la même espèce, suivant la nature de l'épithélium sécréteur et le contenu du squelette organique : la substance organico-minérale, ne semble pas varier : c'est le squelette qui donne la nuance ou la couleur.

Parmi les perles fines de Margaritifera, les perles d'Orient ont souvent une teinte jaunâtre, ou même dorée, d'un joli effet, mais qui les déprécie cependant.

Un riche marchand de perles de Bombay, avec qui j'avais été fort obligeamment mis en rapport par M. Drouelle, grand négociant en perles fines de Paris, m'ayant affirmé qu'il y aurait des avantages considérables à blanchir des perles, je fis, avec le gracieux concours de M. Drouelle, qui voulut bien me confier à cet effet un certain nombre de perles, des essais en vue de débarrasser les perles teintées de leur pigment.

Le marchand indien était convaincu que les émanations de la peau de *certaines* personnes, la sueur, par exemple, pouvait blanchir les perles jaunies.

J'ai fait de nombreux essais avec les perles qui m'avaient été confiées par M. Drouelle et aussi sur des perles rouges de Pinna et je n'ai rencontré que des insuccès.

L'eau oxygénée, l'ozone, le nitrite d'amyle et autres oxydants, comme l'acide osmique, n'ont donné aucun résultat et cela se comprend, puisqu'après décalcification par l'acide nitrique, ou le liquide de Perenyi, le squelette garde sa couleur.

Le chlore en vapeur a un peu atténué la teinte jaune, mais au détriment de l'orient, on en peut dire autant des hypochlorites.

L'alcool méthylique, mêlé à l'ammoniaque, etc., n'ont rien donné.

Les agents physiques ; l'électricité sous toutes ses formes, y compris l'électrolyse, et la lumière sont restés sans effets. Les radiations chimiques de l'ultra-violet, ni celles du radium, ni les rayons X n'ont amené de modifications notables.

D'autres agents encore ont été essayés : le pigment paraît être ce qu'il y a de plus résistant dans la perle.

Il faut savoir également que l'aspect sale, jaunâtre « boueux » de certaines perles peut tenir simplement à ce qu'elles ont un noyau volumineux et que ce dernier est toujours coloré. Vu

au travers de couches concentriques plus transparentes qu'elles ne le sont en général, le noyau donne une apparence ombrée à la partie centrale.

Ainsi donc, nous trouvons d'abord une matière organique cornée, très difficilement attaquable, la conchyoline. Cette substance a été retirée par Frémy de la coquille de certains mollusques : elle ressemble à la kératine et à l'épidermose, dont elle présente à peu près la composition moyenne. Elle est insoluble dans l'eau ; chauffée avec ce liquide, même sous pression, elle ne donne pas de gélatine : insoluble aussi dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, les acides minéraux étendus et la lessive de potasse. Krukenberg l'a rencontrée dans la matière muqueuse qui agglutine les œufs de certains mollusques *(Murex trunculus, Buccinum nudatum).* On traite cette substance successivement par l'acide chlorhydrique dilué, par l'alcool et l'éther; on la soumet ensuite à des digestions artificielles avec de la pepsine en solution chorhydrique, puis avec de la trypsine en solution sodique : c'est le résidu de tous ces traitements qui constitue la conchyoline.

Cette matière ne se colore pas avec le réactif de Millon. Par ébullition avec l'eau, elle ne donne pas de gélatine. Les alcalis et les acides concentrés la dissolvent très lentement. Par une ébullition prolongée avec de l'acide sulfurique étendu, elle donne de la leucine, d'après Schlossberger. Il en est de même par l'action de l'acide chlorhydrique concentré : elle ne donne pas de glycosamine dans cette dernière réaction (Krukenberg).

D'après Réaumur, qui a étudié les perles des *Pinna*, la couleur du pigment de la perle serait en rapport avec celle du pigment de la partie de coquille correspondant à celle du manteau où la perle s'est formée. Mes observations ne sont pas absolument d'accord avec celles de Réaumur. Pour ne citer qu'un cas, j'ai trouvé dans la partie située au-dessus du grand muscle adducteur de la coquille d'une *Pinna nobilis*, entre celui-ci et le point d'implantation du byssus, région couverte

de nacre blanche : en haut, une perle très noire ; plus bas, une très blanche et, plus bas encore, une grise et, au-dessous du muscle, dans la partie du manteau correspondant à la nacre ocre rouge, une perle blanche. Cependant il existe souvent un certain rapport, mais il n'est pas constant.

Georges Harley et Hérold S. Harley (n° 2) ont analysé comparativement les perles de la mulette des eaux douces anglaises et celles des huîtres perlières marines d'Australie et de Ceylan. Ils ont trouvé leur composition identique. Elles sont formées seulement d'eau, de matière organique et de carbonate de chaux. Il y a absence totale de magnésie et de tout autre sel qu'on trouve dans l'eau de mer, qui doit naturellement fournir la matière inorganique à leur composition. Il n'y a pas même de sulfate de chaux, bien que l'eau de mer en contienne dix fois et demie plus que de carbonate de chaux. On n'a pas rencontré de phosphates. Les auteurs précités ont analysé deux perles de chaque variété et de même poids (environ 1 gramme) et ils ont obtenu :

Carbonate de chaux	91,72	p. 0/0
Matière organique (animale) . . .	5,94	—
Eau.	2,23	—
Perte	0,11	—
Total	100,00	—

Les chiffres reproduits par Seurat (n° 3, p. 57) sont erronés. Les proportions dans la nacre sont différentes, quoique la composition soit la même, et une analyse de nacre donnée dans le *Dictionnary of Chemistry*, de Watt, a noté les nombres suivants :

Carbonate de chaux	66	p. 0/0
Eau.	31	—
Matière organique	2,50	—
Perte	0,50	—
Total	100,00	—

La nacre contiendrait donc moins de matière organique et quinze fois plus d'eau, ce qui paraît surprenant. Cette nacre était sans doute fraîche.

Nous avons fait au Laboratoire de physiologie générale de Lyon une analyse qualitative et quantitative de perles de *Pinna nobilis*.

L'analyse qualitative ne nous a décelé la présence d'aucuns corps autres que ceux signalés par Harley. Nous n'y avons trouvé aucuns phosphates.

L'analyse quantitative nous a donné comme résultats :

Carbonate de chaux	72,72	p. 0/0
Eau.	23,06	—
Matières organiques	4,21	—
Perte	1	—
TOTAL	100,00	—

Une autre analyse qualitative et quantitative a été faite sur des perles fines de Pintadines.

On a opéré sur huit perles de grosseur à peu près égale et pesant entre elles 0 gr. 483. On les a pulvérisées sans difficulté dans un mortier en porcelaine.

L'analyse qualitative a donné la preuve qu'il n'y a aucun phosphate et aucune trace de fer, de manganèse ou de magnésie.

L'analyse quantitative a donné comme composition de ces perles :

Carbonate de chaux	91,59	p. 0/0
Eau.	3,97	—
Matières organiques	3,83	—
Divers	0,81	—
TOTAL	100,00	—

Les perles de *Pinna* contiennent beaucoup plus d'eau, c'est ce qui explique sans doute la perte rapide de leur éclat et de l'orient de celles qui sont blanches.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer, à ce sujet, que leur structure aussi se rapproche beaucoup plus de celle de la nacre que celle des perles fines.

Les frères Harley ont analysé aussi une perle de noix de coco. Des analyses de ces perles avaient été faites antérieurement par le Dr J. Bacon et le Dr Kimminis, mais leurs analyses diffèrent, car Bacon a trouvé du carbonate de chaux et une matière organique, tandis que Kimminis n'a trouvé que du carbonate de chaux pur.

L'analyse de MM. Harley a révélé une composition semblable à celles des perles ordinaires. Cette perle venait de Singapour, de MM. Strecter, mais ils doutent que ce soit une perle de coco : elle avait les mêmes apparences extérieures qu'une perle de l'Océan Austral ; de plus, le suc de la noix de coco ne contient que des phosphates et des malates, peu ou pas de carbonate de chaux.

Pannum, de Copenhague, a trouvé, en 1874, dans la vésicule biliaire d'un bœuf danois, ce que M. Harley appelle des perles de mammifères : elles avaient la forme globulaire, la couleur blanche et même les reflets des belles perles orientales, cependant leur composition était bien différente :

Eau.	2.05
Cholestérine	98.63
Matière animale.	1.37

C'était donc des calculs biliaires de cholestérine presque pure.

Yeux d'écrevisse. — Les concrétions qui se forment dans la paroi de l'estomac des écrevisses, les gastrolithes, constituent une provision de matières minérales utilisables au moment de la mue.

La paroi interne de la poche est formée par la cuticule qui revêt l'estomac et qui est invaginée. Il est formé en grande partie de couches concentriques et, d'après Huxley, les gastrolithes sont fort semblables aux autres parties dures de l'exosquelette, dont les couches les plus denses sont les

plus rapprochées du substratum épithélial, au lieu que ce soit l'inverse. Il y a donc une certaine relation entre l'écrevisse et le mollusque perlier. La composition chimique diffère cependant notablement, ainsi que le montre l'analyse suivante due à Dulk (n° 4) :

Matière animale soluble dans l'eau	11.43
Matière animale insoluble dans l'eau. . . .	4.33
Phosphate de chaux	18.60
Carbonate de chaux	63.16
Soude estimée comme carbonate.	1.41
Divers	1.17
Total.	100.00

La proportion de la matière minérale à la matière animale et du phosphate au carbonate de chaux est donc beaucoup plus grande dans les gastrolithes que dans l'exosquelette en général (n° 4).

Les otolithes des mollusques doivent avoir une composition analogue, leur structure rappelle, dans certains cas, celle de la perle et seraient composés de couches concentriques d'aragonite, d'après Claus (n° 6). Le mécanisme de formation des gastrolithes et des otolithes doit être le même que celui des perles et de la nacre.

A. Letellier (n° 5) a reconnu que les perles de la Cythérée sont presque entièrement formées de carbonate de chaux, avec une trace de carbonate de magnésie et de divers phosphates, parmi lesquels se trouve certainement le phosphate de peroxyde de fer et le phosphate ammoniaco-magnésien. La coquille a une composition à peu près semblable : dans la perle et la coquille, les phosphates sont en quantités infinitésimales.

Dans un petit ouvrage de compilation où il n'est cité qu'un nombre restreint d'auteurs, M. Seurat dit (p. 54) que certaines perles dépourvues d'éclat sont formées de prismes calcaires d'aragonite.

Les recherches auxquelles je me suis livré avec la collaboration de mon savant collègue, M. Offret, professeur de miné-

ralogie à la Faculté des Sciences de Lyon, sur des coupes minces, faites à la meule, de diverses espèces de perles et en particulier des perles de Pinna, nous ont montré que les caractères optiques de la partie calcaire sont ceux de la calcite et non de l'aragonite. S'il entrait une notable quantité de phosphate dans la composition des perles, on pourrait penser à l'apatite, qui présente les mêmes caractères optiques que la calcite, mais ce n'est pas le cas.

Le professeur Gariel, de la Faculté de Médecine de Paris, a montré que des échantillons d'aragonite exposés au soleil sont restés visibles après vingt secondes. Je n'ai rien vu de semblable après avoir exposé ma collection de perles au soleil et me l'être fait apporter aussitôt dans le cabinet noir par une autre personne ; elle renferme à peu près toutes les espèces de perles connues.

L'*eau* semble retenue avec une grande énergie par la perle. M. Rolot, commissionnaire en perles, n'a jamais constaté par dessiccation à 150 degrés, dans le vide barométrique ou dans le vide sulfurique, la moindre perte. Mais on peut fixer un peu d'eau par adhésion : les marchands, d'après lui, se servent de ce procédé pour gagner quelques carats ; on évite la fraude en lavant à l'essence de térébenthine et en séchant à l'étuve. L'eau est certainement plus ou moins fortement combinée à la conchyoline et non à la matière calcaire. Ce sont les couches superposées de cette matière organique qui donnent aux perles leur orient : il n'est donc pas surprenant que la deshydratation puisse jouer un rôle dans les altérations subies par les perles dites *mortes*.

On a conseillé, pour les ressusciter, de les plonger dans l'eau de mer pendant longtemps. Ce procédé fut, dit-on, mis en pratique pour de magnifiques parures ayant appartenu à la maison royale d'Autriche, mais on n'a pas dit quel a été le résultat.

BIBLIOGRAPHIE

N° 1. 1909. Dubois (Raphaël), Recherches sur les pigments animaux (*Arch. Zool. exp. gén.*, sous presse).

N° 2. 1887-88. Harley (Georges) et Harley (Hérald), On the chimical Compositions of pearls (*Proc. of. the Roy. Soc.*, London, vol. XLIII, p. 461-65).

N° 3. 1900. Seurat, *l'Huître perlière, nacre et perle*, Paris.

N° 4. 1835. Dulk, Chemische Untersuchung der Krebsteine (*Mullers' Archiv*).

N° 5. 1887. Letellier (Augustin), *Sur la fonction urinaire chez les mollusques acéphales* (thèses Fac. Sc. Paris).

N° 6. 1884. Claus, *Traité de Zoologie* (vol. I, p. 1010).

N° 7. 1870. Castellani, *Delle Gemme*, Florence.

CHAPITRE IV

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

DURETÉ. — RÉSISTANCE. — DENSITÉ. — FORME. — COULEUR
VOLUME. — RADIOGRAPHIE DES PERLES

La **résistance** considérable de la perle aux chocs et à l'écrasement tient à celle de son squelette, à sa fine et complexe charpente d'une matière cornée, la conchyoline, qui lui donne en même temps une certaine élasticité comparable et même supérieure à celle de l'ivoire.

Je n'oublierai jamais le spectacle auquel j'assistai, en septembre 1903, le soir de ma réception, à la Cour du Roi d'Italie, au château de Racconigi, et dont j'ai raconté, à propos des perles de l'Anodonte, quelques souvenirs.

J'étais avec le Roi et les personnages qui avaient assisté au dîner, quand le duc d'Aoste me dit que la Reine me demandait dans un salon voisin : elle avait mis, me dit-elle, pour ce dîner et à mon intention, le magnifique collier de perles qu'elle portait et, pour me permettre d'admirer de plus près leurs merveilleuses qualités, elle voulut le détacher. A ce moment, le fil qui retenait les perles se rompit et quarante-six grosses perles, représentant des centaines de mille francs, tombèrent sur le sol où elles exécutèrent pendant un instant une danse folle : la danse des Perles ! Elles bondissaient, retombaient avec un petit bruit joyeux pour ressauter encore ; d'autres se sauvaient de tous côtés comme des enfants heureux de se sentir libres. J'étais assis près de la Reine ; elle ne

bougea pas et je fis de même ; je lui dis seulement que je craignais d'avoir été la cause involontaire d'une contrariété, mais elle me dit en souriant qu'elle ne se troublait pas pour si peu. Une dame de la Cour, une grande dame romaine, fort belle, dont je n'ai pas conservé le nom, mais seulement le souvenir des traits, se chargea de poursuivre les fugitives, qui toutes furent bientôt captives de nouveau.

Les perles fausses sont au contraire très fragiles, il en est de même de celles que fabriquent les Japonais avec des boutons de nacre maintenus entre le manteau et la coquille de *Margaritifera Martensi* et dont j'ai montré la constitution et la structure interne dans une note à l'Académie des Sciences en 1904 (chap. II, n° 3). La mince couche de nacre déposée sur le support est séparée de celui-ci par de la matière organique desséchée et souvent soufflée pouvant être facilement enfoncée.

On peut marcher sur une perle fine sans l'altérer et, pour la briser, il faut employer un marteau ou un fort pilon : c'est là une grande supériorité, mais ce n'est pas la seule.

La perle en possède plusieurs que l'on désigne sous le nom d'*eau*, d'*orient*, de *lustre*, d'*éclat*, dont nous allons préciser le sens et essayer d'élucider la cause.

Densité. — D'après Harley (n° 2), la densité de la perle fine est faible et varie entre 2.650 et 2.686 : elle est proportionnellement plus faible pour les petites, sans doute à cause du noyau de nature organique, qui est alors proportionnellement plus gros. Cependant Castellani attribue à une grosse perle un poids spécifique de 1.684 et celles qui avaient été récoltées dans la mer Rouge par les auteurs de « *Pelagos* » et qui étaient petites, avaient à peine une densité de 1.54. Ces chiffres nous ayant paru au-dessous de la vérité, nous avons fait les essais sur des perles d'espèces différentes ; ils seront publiés ultérieurement après avoir été complétés.

Les auteurs paraissent confondre le *lustre* et l'*orient*. Ces qualités dépendraient de la minceur et de la régularité des

couches superposées. Les nombreuses assises situées les unes au-dessous des autres se laisseraient traverser par la lumière, elles la disperseraient en la réfléchissant, et cette lumière réfléchie interfèrerait avec la lumière directe ; c'est d'après Seurat (p. 55), l'interférence de la lumière réfléchie à la surface et de la lumière dispersée et réfléchie à l'intérieur qui donne naissance au *lustre*. Plus les assises qui forment la perle sont minces et transparentes et plus le lustre est beau. On a dit à tort que l'effet chatoyant est dû à la façon dont le carbonate de chaux est moléculairement groupé. La substance minérale ne donne ni l'orient, ni l'éclat, ni le lustre et la perle décalcifiée ne cesse pas de les posséder.

Brewster a démontré depuis longtemps (n° 4, chap. II), que l'éclat, le lustre et l'orient sont dus à la structure et aux inégalités de la surface dont nous avons expliqué précédemment l'origine et la nature.

L' « eau » est cette *diaphanéité* qui est spéciale aux belles perles ; celles-ci sont d'une « eau pure ». Cette qualité me paraît résulter de la blancheur de la conchyoline, de l'absence de pigment et aussi de ce que la transparence n'est pas telle que le noyau fasse ombre au centre. On a noté également sur la nacre et sur la perle des raies fines, mais d'après Hessling, ce ne seraient pas des rayures, mais des saillies, des bords de lamelles calcaires ondulées, en zigzag, imitant le moiré des étoffes. Pour la nacre, les bords secrétants du manteau déposent à la surface intérieure de la coquille des terrasses ondulées de sels de chaux, dont les limites restent marquées par de minces filets et apparaissent par transparence. Les couleurs irisées seraient, suivant certains, produites par une infinité de plis très rapprochés les uns des autres dans les lames superposées, mais l'éclat serait dû aux lames très minces. Les perles irisées ont à la surface des taches irrégulières de nacre qui recouvrent les couches sous-jacentes régulières des plages. Ces particularités peuvent s'ajouter à l'effet du *réticule* de Brewster, mais c'est bien à ce dernier qu'il faut attribuer les

effets de lumière les plus importants dans la nacre comme dans la perle.

Grosseur de la perle. — La grosseur de la perle varie depuis celui du plus petit grain visible à l'œil jusqu'à celui d'un œuf de pigeon. Mais cette dimension est extrêmement rare et n'a été signalée que pour les perles de Pintadines. On donne à ces grosses perles le nom de *Parangons*.

En dehors de celles des Pintadines, la plus grosse que j'ai vue est une perle noire de ma collection produite par une Pinna ; elle a 8 millimètres de diamètre et est parfaitement ronde. On donne le nom de *cerises* à celles qui ont la forme et le diamètre de ce fruit.

La **forme** est ordinairement ronde, on nomme *poires*, celles qui ont la forme de ce fruit ; *gouttelettes* celles qui sont de moyenne taille et bien rondes ; *perlettes*, de plus petites encore. Les perles de *compte* se vendent à la pièce ; les *semences de perles*, à l'once ou plusieurs à la fois, la *graine de perles* est la sorte la plus petite et la moins estimée.

Les perles ont quelques fois des formes irrégulières quelconques. On les nomme alors *baroques* ou *perles baroques*.

Quand ces formes extraordinaires ont un certain intérêt et imitent quelqu'objet, elles peuvent prendre une grande valeur. On cite, à Dresde, une perle baroque de la grosseur d'un œuf de poule, qui représente un fou de cour du temps de Charles II. Un bijoutier de Paris possédait deux perles ressemblant l'une à la décoration du Saint-Esprit, l'autre à une tête de chien.

La forme en poire est très commune dans les perles rouges de *Pinna*. J'en ai vu une venant de l'Adriatique et appartenant au musée de Venise, qui représentait une très petite amphore à col mince dont le goulot aurait été évasé de façon à former un pied arrondi, portant à sa surface des stries allant du centre du goulot à la périphérie (pl. I, fig. 2). Cette forme plaide en faveur de la théorie dite de l'*invagination*, dont nous aurons à nous occuper à propos de la *formation des perles* (v. p. 74).

Nous noterons encore la forme *ovoïde*, *ellipsoïde*, la forme en *boutons de chemise* plus ou moins plan convexe : elle est fréquente dans les perles de l'*Unio sinuata* des Charentes.

On en trouve parfois accolées l'une à l'autre avec un sillon au milieu, en *jumelles*, mais elles peuvent prendre les formes les plus bizarres, comme il a été dit à propos des baroques. Certaines perles américaines des eaux douces à éclat et à reflets métalliques ont la forme de *larmes*.

Signalons encore les *perles de charnière*, ainsi nommées parce qu'elles se forment près de la charnière, principalement dans les *Unionidés* perliers des eaux douces : elles sont assez communes dans les *Unio sinuata* des Charentes, mais leur orient et leur taille sont supérieurs dans les unios des fleuves américains : elles ont souvent la forme d'une *griffe* très allongée, renflée à une extrémité, aiguë à l'autre et recourbée : on les recherche pour les bijoux dits « Art nouveau ».

Parfois les perles sont adhérentes à la coquille, la partie adhérente n'a que les qualités de la nacre.

Une perle de *Venus verrucosa*, que je possède dans ma collection, a la forme d'une petite truffe irrégulière : elle en possède l'extérieur rugueux et même la couleur.

Couleur. — Il existe des perles transparentes ; celle de l'Ima de Mascate est dans ce cas, mais j'en ai rencontré aussi de semblables dans les Pinna ; leur structure intime (v. pl. I, fig 1 et 2) rend bien compte de cette propriété. Elles ne possèdent que peu ou point de zones concentriques de conchyoline.

En général, les perles sont blanches, au moins les perles dites fines des Pintadines et des Unios. Mais elles peuvent, comme la nacre, offrir toutes les couleurs et tous les tons ; d'une manière générale, cette teinte est en rapport avec celle de la nacre de la coquille, mais il n'y a pas comme le croyait Réaumur, une concordance parfaite entre la couleur de la perle et celle de la nacre du point correspondant de la coquille,

ainsi que nous l'avons déjà dit (page 29). Les perles fines noires, très estimées, se trouvent principalement à Taïti et se rencontrent dans la région correspondant au liséré noir qui borde la nacre des grandes pintadines.

Mais j'ai trouvé des perles noires dans *Pinna nobilis* dans la partie où la nacre est très blanche (v. p. 29). J'en posséde de noires, dans ma collection, provenant de *Mytilus edulis* de l'Atlantique et d'une *Venus verrucosa* de la rade de Toulon.

Les perles grises et gris jaunâtre sont communes dans les Pinna ; on en trouve également dans les *Margaritana* et les *Unios*. Certaines perles d'*Unio* américains des eaux douces de ma collection, en forme de larme, dont j'ai déjà parlé, sont bronzées, à reflet métallique verdâtre.

Celles des *Margaritifera*, des *Unio* sont généralement blanches. Il en est de même de celles du *Mytilus gallo-provincialis*, tandis que celles du *Mytilus infumatus* du détroit de Magellan sont ardoisées.

Les perles des *Mytilus edulis* et *gallo-provincialis* ne tardent pas, en se désséchant, à devenir d'un blanc laiteux, comme sont les perles fossiles ou antiques. Celles que nous possédons d'*Ostrea edulis* sont dans le même cas : elles sont *laiteuses*.

Les perles des *Perna sulcata* de l'île Maurice sont blanches, noires, irisées, parfois jaunâtres et un peu transparentes.

Les perles fines de la mer Rouge sont souvent légèrement jaunâtres, parfois comme dorées et alors très estimées des Orientaux, des Indiens surtout.

La plupart des perles des *Pinna* sont rouge-carotte (pl. IV, fig. 1 et 2), mais il y en a de noires, grises, blanches (pl. IV, fig. 4, 5, 6, 7, 8), celles des Haliotides sont souvent vertes : il en existe une grosse très irrégulière au Muséum de Paris, de provenance inconnue, qui est d'une magnifique couleur vert émeraude.

[1] Je ne possède qu'une toute petite perle d'*Haliotis* : elle est nacrée et blanche. Elle est née au laboratoire de Tamaris-sur-Mer.

Les perles d'*Anomis* sont paraît-il, parfois violettes, je n'en possède qu'une très petite qui est blanche. Elle a été trouvée à Tamaris-sur-Mer.

Celles de l'*Avicula hirundo* de ma collection sont à reflets « gorge de pigeon » (pl. IV, fig. 12).

Les perles roses se trouvent principalement dans les grands gastéropodes des Antilles *Pteroceras* et *Strombus gigas :* elles ont la même couleur que la nacre de ces beaux coquillages.

Mais incontestablement ce sont les *Unio* d'Amérique qui présentent les plus grandes variétés de couleur. Il y avait à l'Exposition universelle de Paris dans une vitrine de la maison Tiffani, de New-York, une magnifique parure où étaient mêlées à des brillants de superbes perles vertes, rouges, bleues, jaunes et blanches du plus bel effet. Citons encore des perles d'*Unio* américains, lilas, mauves, d'un très joli effet.

Toutes ces colorations, si diverses, tiennent uniquement au pigment du squelette de conchyoline et non à la partie organico-calcaire, comme nous l'avons indiqué à diverses reprises. Cette dernière ne joue qu'un rôle très secondaire, de remplissage. Le lustre, l'éclat, l'orient, la couleur et la forme dépendent entièrement des qualités du squelette organique secrété par l'épithélium du sac perlier.

Polarisation. — Nous avons précédemment montré (page 14) tout le parti que l'on peut tirer de l'emploi de la lumière polarisée pour l'étude de la nacre et de la perle, nous n'y reviendrons pas. Nous ferons remarquer seulement que la production de la croix dite de polarisation ne prouve pas que les perles soient des radio-cristaux ou qu'elles soient formées de radio-cristaux. On l'observe dans beaucoup d'autres circonstances où ces derniers font défaut : elle doit être rapportée à ce que Biot a appelé « polarisation lamellaire », c'est-à-dire à l'action qu'exerce sur la lumière polarisée, l'arrangement des parties, leur mode de juxtaposition et la forme de leurs surfaces.

Quant aux plages colorées en rose et en vert que l'on observe sur les coupes, elles sont dues, comme je l'ai déjà dit à la biréfringence de cristaux à un axe diversement orientés, ce qui prouve également que les perles ne sont pas des sphérocristaux, comme le montre d'ailleurs leur structure squelettique souvent très compliquée.

Rayons X. — En 1901, nous avons fait au laboratoire de physiologie générale de l'Université de Lyon (Faculté des Sciences) des radiographies d'une perle contenue dans un unio perlifère des eaux douces *(Margaritana Margaritifera* Dupuy). Malgré l'épaisseur relative des valves de la coquille de ce bivalve, on voyait très bien avec les rayons X la situation de la perle et ses contours, qui furent ensuite nettement fixés par les radiographies. Celles-ci furent présentées à la Société linnéenne de Lyon avec une note dans laquelle je faisais remarquer que les rayons X pourraient être très utilement appliqués à la recherche des perles fines et qu'on éviterait ainsi la destruction d'une quantité considérable des précieux mollusques qui les produisent.

Vers 1903, c'est-à-dire deux ans après la publication de ma découverte, les journaux de la grande presse, en Allemagne, annonçaient que les rayons X venaient de recevoir une nouvelle application et qu'on s'en servait à Ceylan pour la recherche des perles fines dans les huîtres perlières. J'envoyai alors une note à l'Académie des Sciences, en 1905, pour établir la priorité de mon invention (n° 8) ; j'aurai un peu plus loin l'occasion de revenir sur ce point.

Plus tard, à l'occasion de l'exposition coloniale de Marseille, en 1906, M. Auguste Lumière, de Lyon, voulut bien sur ma prière, faire une belle radiographie d'une perle enfermée dans les valves d'une huître perlière *(Margaritifera vulgaris* Schumacher) que mon savant collègue, M. François Frank, du Collège de France, eut l'obligeance de présenter pour moi à la Société de biologie (fig. 1). Cette radiographie faisait partie des

collections de perles et de coquilles nacrées qui figuraient, avec d'autres documents dans une vitrine du Laboratoire maritime de biologie à l'Exposition. Ce sont nos recherches de physiologie comparée sur le mécanisme respiratoire des tortues au

Fig. 1. — Radiographie d'une perle contenue dans une huître perlière.

moyen des rayons X qui nous avaient suggéré l'idée de cette application et aussi la notion que les coquilles renferment une forte proportion de substance organique.

En 1906, je reçus de New-York une lettre d'un ingénieur électricien américain, M. John Salomon, qui voulait faire connaissance du savant qui, le premier, avait appliqué les rayons X à la recherche des perles fines. Il désirait obtenir aussi certains renseignements sur les moyens que j'avais employés pour faire vivre et même reproduire des huîtres perlières à mon Labora-

toire maritime de Tamaris-sur-Mer. M. Salomon vint, en effet, à Tamaris et m'expliqua que, malgré des difficultés de toutes sortes créées par l'Administration anglaise, il avait pu cependant fonder une grande industrie pour l'application du procédé dont je suis l'inventeur. Il avait réalisé un capital de deux cent mille francs, qui lui avait permis de créer à Ceylan, dans

Fig. 2 — Indigènes rangeant les huîtres perlières pour la radiographie.

l'île d'Ipantivu, située au fond de la baie des Hollandais, une usine importante pour radiographier les huîtres perlières. Les procédés radiographiques ont été très perfectionnés par M. John Salomon, en vue surtout d'éviter l'action de la chaleur sur les huîtres perlières, au moyen d'un dispositif spécial très ingénieux. Des casiers dans lesquels on range cent huîtres perlières (fig. 2) sont placés à la suite les uns des autres sur une sorte de trottoir roulant qui les amène successivement sous les rayons X et au-dessus d'un papier spécial pour radiographies directes. Celles-ci, après un repérage convenable, sont développés dans un cabinet noir et les huîtres renfermant des perles sont pour ainsi dire arrêtées au passage.

Celles qui renferment de grosses perles sont ouvertes

immédiatement et les perles sont recueillies directement sans que l'on soit obligé de passer par l'horrible putréfaction de

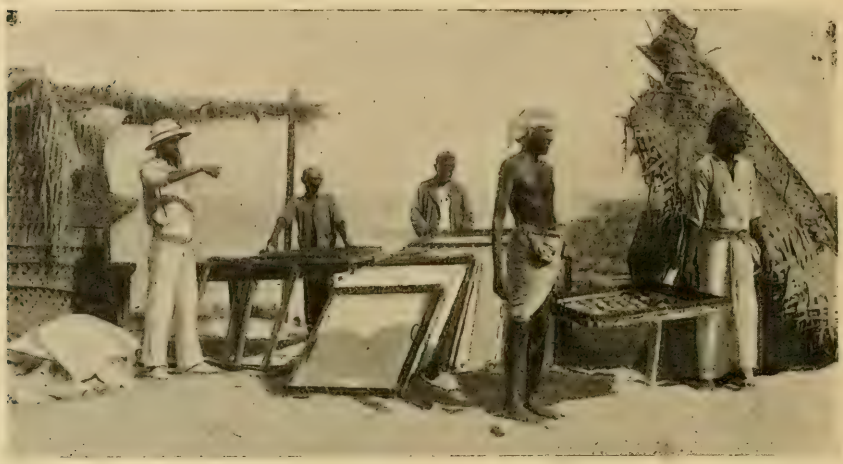

Fig. 3. — Indigènes portant les casiers à la salle de radiographie.

Fig. 4. — Atelier de l'île Ipantivu (Ceylan) pour la radiographie des huîtres perlières : au premier plan, la chambre à radiophotographie.

l'huître, comme dans les procédés courants. Les huîtres qui ne contiennent que de petites perles sont mises dans des appareils

que l'on immerge (fig. 6) jusqu'à ce que les perles aient acquis un volume suffisant. Ce procédé de conservation laisse

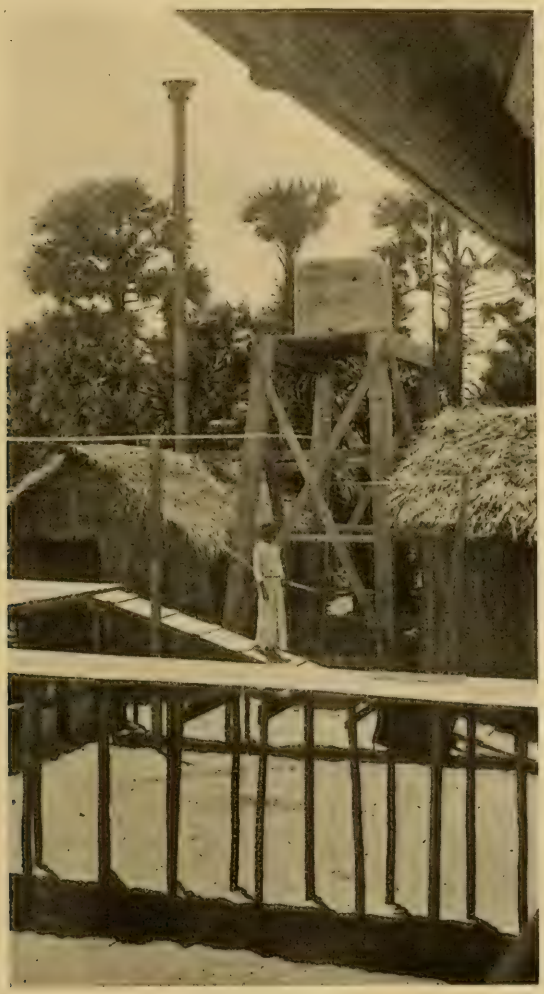

Fig. 5. — Installation à l'île d'Ipantivu (Ceylan) pour la radiographie des huîtres perlières.

beaucoup à désirer et appelle des études nouvelles. Les Pintadines qui sont dépourvues de perles sont rendues à la mer.

De temps immémorial, le procédé primitif usité partout où

des pêches d'huîtres perlières étaient exploitées comme à Ceylan, consistait à ouvrir tout sujet arraché au banc et, qu'il renfermât ou non une perle, que celle-ci fût naissante ou qu'elle eût une valeur commerciale, à le condamner irrémissiblement à la destruction. Le nombre de ceux qui procurent une récolte est très restreint et une sélection préventive était impossible ; des

Fig. 6. — Appareil employé pour immerger les huîtres perlières.

millions d'huîtres étaient donc tous les ans sacrifiées inutilement, perdues sans profit aucun. C'était la dévastation méthodique, l'appauvrissement progressif et continu des fonds producteurs, sans compter que cette pratique du « lavage » qui consiste, après la mort des mollusques et après un commencement de putréfaction, à les entasser aux trois quarts de la hauteur dans des sortes d'auges longues de 20 à 30 pieds sur 2 à 3 de largeur et profonde de 18 à 20 pieds, et, au moyen de l'eau douce de les rincer, détacher les lambeaux adhérents aux valves, examiner chacun de ceux-ci, trier et mettre de côté celles auxquelles un grain perlier est attaché ; à diluer et à clarifier les détritus et les résidus boueux accumulés au fond du récipient, pour recueillir les perles tombées pendant l'opéra-

tion : ce procédé grossier a l'inconvénient de dégager des émanations putrides, une véritable pestilence, le grave danger d'ex-

Fig. 7. — Embarcation de la station radiographique d'Ipantivu.

poser ceux qui y sont employés à des blessures et à des plaies cruelles bientôt envenimées, souvent mortelles, de développer les épidémies, notamment le choléra, comme en 1829, époque à laquelle il fit de si terribles ravages.

The Ceylan independant Monday (may, 13, 1907) a consacré un long article à l'Établissement de M. John Salomon, qu'il croit être l'inventeur du procédé de radiographie de perles ; il le termine ainsi :

« L'esprit supérieur qui a conçu l'idée de voir à travers « la coquille de l'huître sans l'ouvrir, d'évaluer ainsi le nom-

Fig. 8. — Radiographie d'une huître perlière obtenue à Ipantivu.

« bre et la grosseur des perles contenues, peut considérer son « œuvre avec la haute satisfaction de soi-même qui vient à « l'homme qui a résolu un grand problème. »

Cette phrase prouve toute l'importance que l'on attache, à Ceylan, à la découverte française et à la réussite de l'application américaine.

Les clichés photographiques des figures que nous reproduisons ici nous ont été fort obligeamment envoyés de Ceylan, par M. John Salomon, avec d'autres documents importants pour nos études. Nous le prions d'agréer tous nos remerciements et nous faisons des vœux bien sincères pour sa réussite dans ses essais d'application industrielle de notre procédé. Ce dernier peut donner d'excellents résultats, croyons-nous, surtout si l'on arrive à rendre absolument pratique la culture de l'huître perlière ou seulement son parcage en grand.

CHAPITRE V

RECHERCHES SUR LES PERLES PRODUITES PAR LES MYTILIDÉS

Genres *Mytilus* et *Modiola*.

La production des perles par certaines espèces de la famille des Mytilidés, principalement du genre Mytilus, a donné naissance à un nombre important de recherches sur l'origine et sur le mécanisme de formation des perles. Une partie des résultats obtenus est due aux travaux poursuivis depuis plusieurs années au laboratoire maritime de biologie de Tamaris-sur-Mer (Université de Lyon).

LES PERLES DE MOULES

La plupart des espèces de la famille des Mytilidés représentant les moules marines peuvent fournir des perles, mais elles ont ordinairement un lustre très inférieur. D'après Kunz et Stevenson (40), on leur a donné le nom de « Druggists pearls » parce qu'elles ont été employées pour divers usages médicaux et, en particulier, comme astringent.

Celles qui ont un bel orient ne tardent pas, en général, à le perdre : elles deviennent laiteuses et opaques par un phénomène de deshydratation ; elles meurent, comme disent les joailliers. Il y en a cependant qui conservent leur brillant. J'en possède une dizaine dans ma collection qui sont bien lustrées et diversement colorés : il y en a de noires, de lilas mauve plus ou moins foncé, d'un vert bronzé ; j'en ai une toute petite parfaitement blanche, qui a conservé un orient aussi

beau que celui d'une véritable perle fine. On en trouve, paraît-il, également sur les côtes d'Europe de rouges et de jaunes.

Mytilus edulis Linn. et *Mytilus gallo-provincialis* Lam. — Ces espèces en fournissent parfois en abondance : la première espèce dans l'océan et la seconde dans la Méditerranée.

Moules du Cap Horn. — Les moules du détroit de Magellan sont remplies de petites perles qui les rendent impropres à l'usage comestible : elles vivent sur le granit. Je dois à l'obligeance de M. Dautzenberg des échantillons de moules perlières du cap Horn et des perles qu'elles produisent. L'intérieur des coquilles est garni d'aspérités, qui ne sont autres que des perles de nacre. Les perles libres sont plus petites que celles de *Mytilus edulis*. Elles sont blanc mat, blanc rosé, mauves : la plupart presque noires ; l'une est rugueuse et a l'aspect terreux. Leur forme est variable : quelquefois elles sont en poire et pédiculées ; il y en a d'arrondies et de baroques. La coloration n'est pas toujours la même sur une face et sur l'autre.

D'après M. Dautzenberg, il existe au Cap Horn deux espèces de Mytilus. Parmi les exemplaires qui lui restent, il ne voit qu'une seule espèce, seulement il ne sait s'il faut la rapporter à *Mytilus Hupeanus* Mabille et Rochebrune ou à *Mytilus infumatus* des anciens auteurs. La description donnée par les ouvrages ne permet pas de prendre une décision.

M. Dautzenberg et M. Brun, du Muséum de Paris, m'ont dit qu'il existait aussi des moules perlifères à la Terre de Feu, en Patagonie.

Mytilus japonais. — Dans la mer intérieure du Japon, *Mytilus crassitesta* produirait des perles de diverses couleurs qui seraient exploitées (n° 17, p. 148).

Perles de moules de Ceylan. — Le Dr Edgard Thurton, du Muséum de Madras, a signalé, dans diverses localités de la Présidence de ce nom, deux espèces de perles fournies par un Mytilidé : *Mytilus Smaragdinus* récolté dans l'estuaire de

la rivière Sonnapore, près de Berhampar et des perles de *Placuna placenta*. Ces dernières se rencontrent en plusieurs points de la Présidence de Madras et spécialement dans le lac Pulicat et dans le voisinage de Puticoria (n° 17, p. 131).

L'existence de perles dans certains coquillages de Bretagne est connue depuis longtemps. Dubuisson Antenay, dans son itinéraire de Bretagne, en 1636, écrivait : « M. de Pontchâteau m'a dit qu'à sept ou huit lieues de Brest, au pied d'une montagne appelée « Menaie » coule un ruisseau dans lequel se pêchent des perles petites, mais fort blanches dont la dame sur le fief du Mary de qui cela est porte au col, en pendants d'oreilles et en bracelet. *Chez lui maisme les S. S. Sili et Mero Clememans à la pointe de Peulan, près l'embouchure de la Viglaine en mer, ont assuré qu'en cette embouchure se peschaient des perles.* »

On peut être certain que les perles dont il est question dans la seconde catégorie, sont des perles de Mytilus, car elles sont encore aujourd'hui abondantes à l'embouchure de la Vilaine.

Dès le milieu du XVIIe siècle, Olaus Worm les signalait sur les côtes du Danemark, à Roeskild, près de Copenhague.

En 1857 (n° 1) Garner entreprit, en Angleterre, des recherches sur les perles des moules des eaux douces et sur *Mytilus edulis* et il les poursuivit jusqu'en 1871 (n° 2). Voici ce qu'il dit à ce sujet : « En nous bornant aux perles anglaises, celles de l'Elasmodon de nos rivières montagneuses égalent parfois les perles orientales en beauté, mais celles du *Mytilus* ou moule comestible de nos shores sont véritablement inférieures : il n'est pas difficile de se convaincre qu'elles sont dues à l'existence dans la couche sécrétante du manteau d'un animal, d'un petit ver parasite (entozoaire) distome bien développé, que le mollusque, pour se protéger, entoure d'une coque calcaire, et après, il se comporte comme un corps étranger et par la continuation du même procédé se forme la perle. Il est admissible que les perles d'Orient sont formées par un procédé analogue, On a vu déjà, dans plusieurs autres mollusques, semblables

distomes qui y étaient calcifiés. Ces distomes sont si petits que l'œil ne peut que juste les voir et ils sont toujours abondants dans la moule qui contient des perles. » Garner en a trouvé d'encore vivants, dit-il, dans les perles et par un acide dilué a pu dégager un ou plusieurs distomes faisant noyau.

En 1894, M. d'Hammonville, le premier, signala dans un ouvrage scientifique (n° 3) la présence de *Mytilus* perliers sur les côtes de France. Il les a observés en grande abondance à Billiers, joli bourg de Bretagne, situé contre l'embouchure de la Vilaine. Les moules, qui sont perlières, se rencontrent exclusivement dans l'étier de Billier, d'après M. d'Hammonville.

Cet étier, que j'ai visité en 1901, est alimenté à marée basse par l'eau douce venant de la rivière de Saint-Eloi, qui passe à Muzillac et vient de l'étang de Penmur.

Cette rivière renferme des Anodontes, mais je n'ai pas trouvé de perles dans celles-ci, non plus que dans celles de Penmur. Cette constatation était intéressante à faire, car Garner dit avoir trouvé des distomes dans des moules perlières d'eaux douces vivant dans des cours d'eau se déversant dans les estuaires où l'on rencontre, en Angleterre, des Mytilus perliers. Je n'ai pas trouvé d'*Unios* dans l'étang de Penmur, mais il est enchâssé dans une cuvette de granit où les *Margaritana* vivraient facilement.

Les seuls poissons qui circulent dans l'étier sont les Anguilles, le petit Mulet, les Plies; les oiseaux que l'on rencontre dans ces parages sont les Grèbes et la Pie de mer, oiseau d'hiver que l'on prend au filet (probablement la Macreuse).

J'ai analysé l'eau de l'étier à marée basse et pendant la haute mer. La salure varie beaucoup suivant l'apport de l'eau douce venant de la rivière de Saint-Eloi, mais quand celui-ci n'est pas considérable, l'eau de mer garde sa salure ordinaire : elle est souvent trouble, vaseuse.

L'eau douce de Saint-Eloi ne renferme rien de particulier. Le mélange d'eau douce et d'eau de mer n'est certainement pas le même aux divers points de l'étier, au même moment, et

c'est vraisemblablement ce qui peut expliquer la remarque fort intéressante faite par M. d'Hammonville et dont j'ai pu contrôler l'exactitude (v. fig 8).

La colonie des huîtres perlières n'occupe pas tout l'étier. Si l'on descend vers la mer, le long de la rivière, on constate que

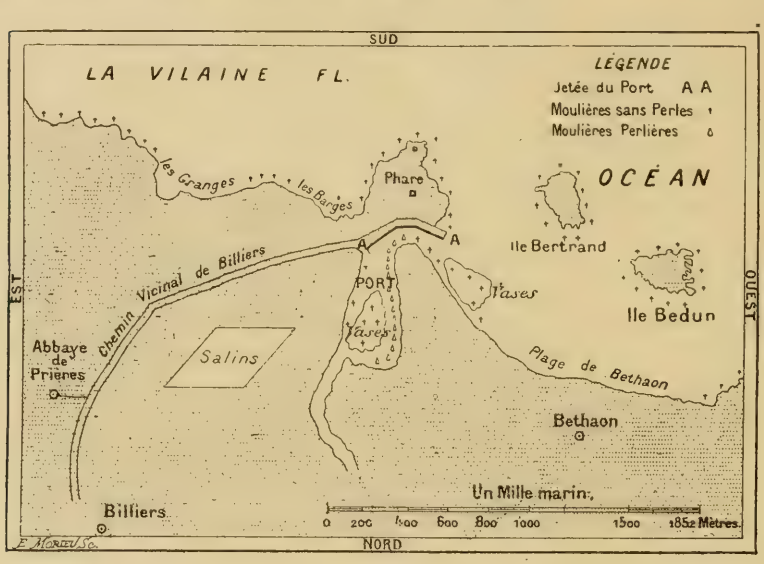

Fig. 9. — Carte de l'étier de Billiers, par M. d'Hammonville.

ΔΔΔΔ Points où les moules sont perlières
+++ Points où l'on ne rencontre plus de perles.

les moules perlières se trouvent seulement sur la rive droite, depuis un îlot vaseux situé à l'embouchure de la rivière, jusqu'à un second point situé dans le quai du port sur une longueur de 100 mètres environ. M. d'Hammonville a examiné avec soin le gravier vaseux sur lequel repose la colonie sans pouvoir trouver la moindre différence avec celui des moulières voisines. Il a même comparé les algues et le goëmon, qui abritent les colonies perlières et non perlières sans pouvoir découvrir la moindre différence. La pêche au filet ordinaire et au troubleau en soie ont toujours permis de capturer, aux différents endroits et aux différentes heures de la marée, les mêmes

espèces animales ; « en résumé, dit M. d'Hammonville, le même sol, les mêmes productions animales et végétales entourent les moules perlières et celles non perlières. Il y a, il est vrai, un courant violent de flux et de reflux qui règne dans la moulière aux perles, mais les voisines en dessus et en dessous le ressentent également, de sorte que le courant ne paraît jouer aucun rôle dans la production des perles. On ne trouve pas de perles, il est vrai, dans chacune des coquilles que l'on pêche, mais seulement dans les plus grosses et particulièrement dans celles qui sont le moins régulièrement formées. Elles s'y rencontrent tantôt en petit nombre, tantôt en grand nombre. On en peut trouver jusqu'à 26 dans le même individu. Elles sont habituellement cantonnées dans l'épaisseur du manteau ou dans le voisinage des crochets, parfois même on en trouve enchâssées dans la paroi interne de la coquille : elles varient beaucoup de taille, de forme, de nuance. On en trouve cependant de bien faites, rondes ou ovales. » Sur près d'un millier M. d'Hammonville en a rencontré une ayant un diamètre de 3 millimètres sur 2 et demi : elle pesait 3 centigrammes. Une autre mesurant 4 millimètres sur 3 pesait 6 centigrammes. En général, dit le même auteur, ces perles sont peu brillantes et leur orient est loin d'égaler celui des perles fines de *Meleagrina margaritifera*. Les moules les plus chargées en perles sont celles qui sont pêchées à une grande profondeur et sur les parties des quais qui ne découvrent jamais, quelle que soit l'ampleur de la marée.

Or, il est bon de faire remarquer de suite que ces parties sont précisément celles où il coule le plus d'eau douce. L'eau douce, ainsi que je l'établirai à propos des perles des moules de la Méditerranée, joue un rôle prépondérant dans la margaritose.

M. d'Hammonville ajoute que l'on n'en a pas trouvé sur les autres points de la côte et que le fait lui a été affirmé par M. Petit, syndic des gens de mer.

Cependant j'ai trouvé un Mytilus avec perle à la pointe de Kervoyal, près de Damgan, localité du Morbihan voisine de

Billiers. Cette moule était fixée à une roche de granit découvrant à marée basse, non loin d'une cuvette miraculeuse où l'on vient baigner des enfants atteints de certaines maladies. Peut-être y a-t-il de ce côté une source d'eau douce, je ne l'ai pas vérifié. Mais le point où les moules sont perlières est très limité, car j'en ai vainement cherché dans les autres rochers environnants. Un paysan m'avait conduit vers cette cuvette en fontaine en me disant que là seulement les moules avaient des « grains ». Il se peut que l'action des eaux douces de la Vilaine se fasse sentir assez loin et nous avons vu déjà que, depuis des siècles, on sait que les moules produisent des perles à l'embouchure de ce fleuve.

On a signalé également des *Mytilus* perliers dans le Brault, près des Sables-d'Olonne, à l'entrée de la Sèvre Niortaise.

La cause de la formation des perles dans *Mytilus edulis* sur les côtes du Morbihan avait complètement échappé à M. d'Hammonville et personne, en France, ne s'était occupé de cette question dans notre pays, quand je me rendis à Billiers, en 1901, pour reprendre les recherches de ce savant au point où il les avait laissées.

Les principaux résultats de mes observations ont été d'abord communiqués au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences en août 1901, à Ajaccio, puis à l'Académie des sciences au mois d'octobre suivant. J'ai appelé alors l'attention principalement sur les points suivants :

On trouve dans la moule de Billiers, au mois d'août, très peu de perles, contrairement à ce qui arrive aux autres époques de l'année, où elles en sont bourrées, mais on y rencontre des débris calcaires qu'on ne peut mieux comparer qu'à de petits fragments de dents cariées. Dans les moules qui possédaient encore des perles, on en trouvait de très petites, nouvellement formées avec un joli orient et d'autres plus volumineuses, quelquefois brillantes, le plus souvent d'un blanc mat. Mais, en revanche, en examinant attentivement le manteau de l'animal, on remarquait de nombreux petits points jaunes-rou-

geâtres précisément dans les endroits où se forment d'ordinaire les perles : ils étaient produits par de petits *distomes* de quatre à six dixièmes de millimètre. Leur enkystement se fait d'une manière curieuse. Tout à fait au début, on voit la surface du distome se parsemer de petits grains de carbonate de chaux : ces granulations grossissent rapidement et ne tardent pas à se transformer en cristaux qui se groupent et s'assemblent de

Fig. 10. — Début de l'enkystement d'un distome entouré de cellules calcarifères migratrices et de cristaux.

diverses manières et se réunissent pour envelopper l'animal d'une couche calcaire continue (fig. 10) d'abord dépourvue de brillant et de poli. L'apparition des cristaux coïncide avec celle de grosses cellules granuleuses au sein desquelles on voit parfois naître les cristaux. Ce sont les *cellules migratrices calcarifères* (v. page 23).

A ce moment on distingue encore le parasite reconnaissable surtout à sa couleur jaune : puis plus tard, la coque calcaire devient polie et prend l' « orient » des perles fines et aussi leur

structure, c'est-à-dire la structure en couches fines concentriques. On ne distingue plus alors qu'un petit point noir au centre, et encore celui-ci disparaît-il rapidement : on ne voit plus le noyau de la perle. Il résulte de mes observations que le distome, pour lequel j'ai proposé le nom de *Distomum margaritarum* s'enkyste dans le manteau de *Mytilus edulis* au mois d'août sur nos côtes de l'Océan et qu'il y reste enkysté jusqu'à l'été suivant. A cette époque la coque calcaire se dépolit, se désagrège, ainsi que le prouve l'existence des petits fragments calcaires, dont il a été question plus haut. A un moment donné, il se peut, comme l'a dit Garner, que le parasite, s'il n'est pas mort puisse sortir de sa prison pour reprendre sa vie libre et se reproduire. Les perles qui échappent à cette désagrégation physiologique deviennent plus grosses que les autres, mais le distome qui leur sert de noyau meurt. C'est cette idée qui m'a fait dire que *la plus belle perle n'est en définitive que le brillant sarcophage d'un ver!* Je faisais allusion, bien entendu aux perles fines des pintadines et les constatations de divers observateurs sont venus confirmer l'exactitude de cette vue. Pourtant, comme je l'ai montré pour les perles des pintadines de Tunisie, par exemple, le noyau peut être autre chose que le cadavre d'un ver (n° 18).

On trouve également dans les moules de Billiers des perles adhérentes à la coquille : le distome, dans certains cas, pour se loger et s'enkyster profite de l'existence de sillons creusés dans la nacre de la moule par une algue : il donne donc aussi naissance à des perles de nacre, mais il est impossible de décider si les perles adhérentes à la coquille ne viennent pas en partie du manteau, d'où elles auraient été rejetées, éliminées.

Dans ma note à l'Académie du 14 octobre 1901 (n° 5), je n'ai fait que confirmer ce que j'avais annoncé à Ajaccio, où j'avais présenté les préparations montrant les distomes et les différentes phases de leur enkystement. J'ai rapproché à ce moment le *Distomum margaritarum* du *Distomum luteum*.

A l'occasion de cette note, M. L.-J. Seurat a jugé à propos

d'envoyer à l'Académie une communication dans laquelle il dit que j'ai réédité trente ans plus tard les observations de Garner. Cette accusation malveillante m'a surpris beaucoup parce que c'était précisément dans les bibliographies publiées par M. Seurat que j'avais cherché si je n'avais pas de précurseur. Or, chose étrange, les travaux de Garner n'y étaient pas signalés et pourtant ils étaient connus de M. Seurat. On est alors en droit de se demander dans quel but M. Seurat avait dissimulé un renseignement que l'on pouvait s'attendre à trouver dans ses publications. Les bibliographies tronquées (peut-être serait-il plus juste de dire truquées) sont toujours dangereuses et parfois coupables. J'ai le vif regret de n'avoir pu, en raison de l'omission volontaire de M. Seurat, rendre à Garner l'hommage qui lui était dû, mais je n'ai rien réédité puisque j'ignorais les recherches de l'auteur anglais. Mes observations étant complètement d'accord avec les siennes, il n'y a plus à revenir sur les constatations que nous avons faites, lui en Angleterre et moi en France. De plus j'ai été assez heureux pour répondre aux questions que s'était inutilement posées M. d'Hammonville. D'ailleurs, à elles seules, les recherches de Garner n'eussent pas suffi a établir que le mode de formation des perles de *Mytilus edulis*, à Billiers, c'est-à-dire sur les côtes de France est le même que celui qui avait été observé sur les côtes d'Angleterre trente ans auparavant. Sous ce rapport de nouvelles investigations s'imposaient donc.

Je me proposais de publier un mémoire complémentaire avec les dessins que j'avais en carton du *Distomum margaritarum* quand, en 1902, parut un important mémoire de M. Lyster-Jameson sur l'« Origine des perles » (n° 7). Ce savant s'est rendu à Billiers peu de temps après que j'avais quitté cette localité, en août d'abord, et en décembre ensuite. Cet auteur croit que les perles ne viennent pas dans les moules portées sur des pieux ou sur des objets flottants; pourtant j'ai trouvé des *Mytilus gallo-provincialis* porteurs de perles sur des cordes-supports dans le parc d'essai de mytiliculture de l'Université

de Lyon, à Tamaris-sur-Mer ; à Billiers, M. Jameson a retrouvé les « larves de distomides » que j'y avais signalées : il les a rattachées au genre *Leucithodendrium* Loos. Elles ressemblent beaucoup, selon lui, au *L. Somateriæ* Levinsen, qui, dans les conditions de maturité, habite les intestins de l'*Eider*.

Il dit avoir trouvé des « larves » ressemblant à celles-ci dans des sporocystes chez *Tapes decussatus* et il ajoute qu'il a prouvé expérimentalement l'infection des moules par ces sporocystes dans des expériences qu'il a faites à Piel en Lancashire. A Billiers, il a trouvé beaucoup de *Distomum Somatheriæ (Leucithodendrium)* dans l'intestin du *Canard noir Œdemia nigra*, ou *Canne Moulière*, qui dévaste les moulières : c'est la *Macreuse* ordinaire. A. Giard, en 1907, s'est livré à une longue discussion sur l'origine et l'espèce de distome parasite des moules de l'Océan. Il a rappelé que Odhner a montré qu'il convenait d'établir une coupe générique nouvelle pour les distomes palléaux dont le parasitisme si spécial s'accompagne de particularités anatomiques fort importantes et donné à ce genre nouveau le nom de *Gymnophallus*. A. Giard fait remarquer ensuite que sous le nom de *Leucithodendrium Somateriae* Levinsen, Jameson a confondu deux espèces très distinctes. Le parasite enkysté dans les moules correspond absolument au *Gymnophallus bursicola* décrit par Odhner, en 1900. La forme jeune trouvée par Levinsen chez *Saxicava rugosa* appartient aussi à *G. bursicola*. C'est sans doute, ajoute Giard, à cette espèce qu'il faudra rapporter comme synonyme le *Gymnophallus Margaritarum* R. Dubois 1901. Mais c'est celle-ci qui doit servir de prototype, car j'ai fourni la description de ses principales transformations : l'état adulte cependant m'a échappé jusqu'à présent. Des expériences dont il sera question plus loin, font supposer que cette forme se trouve dans l'intestin d'animaux à sang chaud. D'après Giard, ce distome a été trouvé dans la *bursa Fabricii* de l'*Eider*, on le rencontrera probablement dans les mêmes conditions chez d'autres palmipèdes de nos régions. Le Gymno-

phallus de l'intestin de *Oedemia* est aussi, comme le montre la figure V de Jameson, bien différent de *G. Somateriae* Levinsen et c'est peut-être une espèce nouvelle, mais beaucoup plus voisine de *G. bursicola* que de toute autre.

Giard a trouvé des distomes dans divers mollusques pélécypodes du Bourbonnais *(Telline, Donax)*, mais ils ne sont pas ceux de la moule.

Jameson a donné une description du distome des moules de Billiers, malheureusement elle ne comporte guère que des caractères communs à beaucoup d'autres distomes et, comme on l'a vu plus haut, cet auteur lui a attribué une dénomination qui ne lui convient pas.

Il importe de rappeler, disait Giard, à propos du travail de Jameson les difficultés qui se présentent quand on veut rattacher un distome immaturé à une espèce connue, et ce biologiste fait judicieusement remarquer que la Macreuse, *Oidimia nigra* L., qui serait l'hôte de l'individu adulte, d'après M. Jameson, existe en grande abondance dans des localités où les moulières ne renferment pas de perles : il est donc logique de penser qu'il s'agit d'une espèce nouvelle (n° 19).

Toutes mes expériences et observations, ainsi que je l'ai dit en 1907 à la société de biologie (n° 14), me conduisent à penser que Lister Jameson a fait fausse route en disant que les sporocystes ou distomes des Mytilus se trouvent dans *Tapes decussatus* et dans *Cardium edule*. Manifestement ce qu'il a décrit et figuré dans son étude sur l'origine des perles représente non des « *sporocystes* ou distome des mytilus » mais seulement des kystes d'un autre distome.

Les expériences que je poursuis depuis dix ans au laboratoire maritime de l'Université de Lyon à Tamaris-sur-Mer, ne m'ont pas permis d'admettre la contamination possible des *Mytilus* par *Tapes decussatus* ou *Cardium edule* affirmée par M. Jameson. Il est facile d'ailleurs de se rendre compte de la cause d'erreur de M. L. Jameson, puisqu'il a employé pour ses expériences des moules provenant de localités contaminées.

Enfin j'ajouterai que le savant auteur anglais n'a donné aucune preuve expérimentale acceptable de la contamination de la moule comestible par des oiseaux et, en particulier, par l'Eider des mers du nord, *Somateria mollissima* Lin., et *Oidinia nigra* Lin. ou Macreuse commune. D'ailleurs aucun de ces deux oiseaux, au dire du moins des chasseurs et des naturalistes, ne fréquente les Bouches-du-Rhône [1].

M. Jameson a fait *sans succès* des expériences sur des oiseaux dans le but d'obtenir la forme adulte en leur faisant ingérer des moules infectées de distome.

Je n'ai pas été plus heureux. J'ai fait manger à beaucoup d'oiseaux terrestres et aquatiques des moules infectées sans avoir pu en retrouver trace dans l'intestin ou dans ses environs. Des expériences faites sur un grand nombre de poissons, d'invertébrés des eaux douces et des eaux salées ne m'ont fourni que des résultats négatifs jusqu'à présent.

La question de l'habitat de l'adulte n'ayant pu être résolue par expérience directe, je me suis demandé s'il ne serait pas possible par un procédé physiologique de savoir si l'hôte du parasite adulte est un animal à sang froid ou un animal à sang chaud (n° 15).

Déjà, il y a quelques années, j'avais chauffé dans l'eau de mer à 42 degrés environ, température interne des oiseaux, des moules infectées de distomes, mais elles étaient mortes rapidement et s'étaient putréfiées : les distomes paraissaient morts.

En 1907, j'ai repris ces expériences, en prenant cette fois plus de précautions.

La température de l'étuve où étaient placées nos moules dans l'eau de mer a oscillé entre 35 et 40 degrés, et je n'ai pas attendu que les moules fussent corrompues pour isoler les distomes. Ceux-ci ont été recueillis avec soin après la mort de la moule et placés dans de l'eau de mer pure

[1] Ce que l'on nomme communément « Macreuse » en Provence est le Foulque, *Fulica atra* Lin., qui n'est pas même un palmipède.

contenue dans des vases en verre couverts. On les a maintenus pendant quarante-huit heures et à la température de 35-40 degrés.

D'autres distomes, directement extraits de moules infestées vivantes, ont été placées dans la même étuve, dans des vases de verre couverts contenant de l'eau de mer pure ou bien additionnée de peptones avec ou sans acide chlorhydrique (traces).

Dans toutes ces cultures, au bout de vingt-quatre heures, on pouvait constater que les distomes étaient bien vivants. Bien plus, chez beaucoup d'entre eux, la forme primitive s'était modifiée : chez quelques-uns, elle était tellement changée qu'il était impossible de reconnaître la forme du distome originel.

Les individus qui, primitivement, avaient une forme ovoïde ou bien en bourse ou en poire, s'étaient allongés, ou même étaient devenus cylindriques dans quelques cas. La ventouse buccale s'était modifiée ; quant à la forme et à la situation, les réserves jaune d'or contenues dans les cæcums digestifs avaient en partie ou en totalité disparu. D'autres modifications de moindre importance encore accompagnaient celles que je viens de décrire. Mais le résultat le plus curieux est que ces distomes, immobiles, ou à peu près, au moment de leur entrée à l'étuve, en prenant la forme allongée et cylindrique, étaient devenus très mobiles. Les uns se contractaient sur place, se raccourcissaient en se recourbant dans divers sens, tandis que d'autres, plus actifs, se déplaçaient rapidement, en totalité, et progressaient, en prenant un point d'appui sur l'extrémité postérieure du corps, puis en projetant en avant, par allongement, le reste du corps. Celui-ci, en se contractant, attirait en avant l'extrémité postérieure, et ainsi de suite.

De ces observations, nous avons pu tirer les conclusions suivantes :

1° Le *Gymnophallus margaritarum* Dubois peut supporter

sans mourir, pendant au moins quarante-huit heures, des températures oscillant + 35 et + 40 degrés centigrades. Ces températures sont incompatibles avec la vie de la moule ;

2° La forme nouvelle, qui résulte de l'action de la chaleur élevée sur le distome immaturé, est vraisemblablement un acheminement vers la forme adulte sexuée ;

3° Cette dernière métamorphose doit donc s'accomplir dans le corps d'un animal à sang chaud ;

4° La chaleur est l'agent principal de la transformation ;

5° Le procédé de culture en étuve, pour l'étude des parasites habitant successivement des animaux à sang froid et des animaux à sang chaud, peut être généralisé ;

6° C'est probablement par le changement profond dans la forme du distome évoluant vers l'être adulte que s'explique l'insuccès des savants ayant recherché ce dernier en même temps que son habitat.

Métamorphoses du *Gymnophallus margaritarum* Dubois. — Le distome que j'ai étudié en 1901 dans *Mytilus edulis* perlier de Billiers, est le même que celui que j'ai retrouvé en 1903, dans les moules perlières de certaines localités des Bouches-du-Rhône, dans *Mytilus gallo-provincialis* Lam., également perlier (n° 8)[1].

Dans les mois de janvier, février et mars 1905, 1906, et 1907, en examinant un assez grand nombre de *Mytilus gallo-provincialis* infestés de margaritose, j'ai trouvé quelques exemplaires, rares d'ailleurs, qui étaient littéralement farcis de sporocystes renfermant des cercaires et, à côté de ces sporocystes, on voyait non seulement des cercaires libres et mobiles, mais encore de jeunes distomes immaturés, immobiles, avec toutes les formes intermédiaires entre cercaires et distomes et, entre autres, des larves ciliées, ayant la forme de myra-

[1] Cette identification a été faite avec la collaboration de mon savant collègue de la Faculté de Médecine de Lyon, M. Guiart, professeur de parasitologie.

cidium ; il y avait aussi des œufs en grande abondance, dont je n'ai pu constater l'existence dans d'autres conditions, ni à d'autres époques, malgré le nombre considérable de moules que j'ai examinées depuis six ans.

Les œufs, qui ne présentent rien de caractéristique spécifiquement, ont un diamètre de 0 mm. 010.

Les *Myracidium* ou *larves ciliées*, au début de leur formation, ont l'aspect d'une bourse arrondie. Progressivement, le fond du sac s'allonge et, finalement, la larve prend la forme d'un bonnet conique à sommet sphérique. Grâce à leurs longs cils, ces larves nagent avec rapidité, en tournant sur elles-mêmes, dans le sens de l'axe longitudinal. En longueur, leurs dimensions varient de 0 mm. 036 à 0 mm. 060, et la plus grande largeur de celles que j'ai observées étaient de 0 mm. 043.

Les *sporocystes* étaient extrêmement nombreux : ils occupaient toute l'étendue du manteau, des deux côtés, les coupes pratiquées dans l'épaisseur du manteau, montrent qu'ils occupent l'intérieur des vaisseaux : ils étaient nombreux surtout dans les sinus marginaux du manteau. Il est vraisemblable que les parasites à l'état de larves pénètrent par le rein et, de là, se rendent dans le péricarde par le couloir péricardique puis dans les artères palléales et les sinus veineux.

La plupart étaient placés bout à bout, formant des files parallèles que je ne puis mieux comparer qu'à des séries de saucisses, en raison de leur forme et de leur arrangement ; d'autres, pourtant, étaient irrégulièrement disposés.

Sous le microscope, j'ai vu ces sporocystes se contracter, puis la poche se crever et laisser échapper vingt à vingt-cinq cercaires ; mais ils en contiennent souvent beaucoup plus ; après cela, le sporocyste continue à se contracter pendant un certain temps. Ces sporocystes sont visibles à l'œil nu ; ils ont une longueur de 0 mm. 80 à 1 mm. 4 et leur largeur varie entre 0 mm. 30 et 0 mm. 45.

Les cercaires sont dépourvues de queue et de soies ; elles s'al-

longent, se rétractent, s'étranglent, se tordent sur elles-mêmes ; souvent l'extrémité antérieure oscille, comme à la recherche de quelque chose.

Dans l'extension elles ont, en moyenne, une longueur de 0 mm. 28 à 0 mm. 30 sur 0 mm. 08 à 0 mm. 10 de large. Leur forme est très caractéristique au repos ; elles ressemblent alors au manche en béquilles de certaines cannes. Vues de profil, elles montrent une ventouse ventrale saillante qui, dans notre grossière comparaison, représenterait la partie du manche de béquille recevant l'extrémité de la canne. La ventouse ventrale est beaucoup plus large que la ventouse antérieure : elle est ronde, tandis que cette dernière est presque triangulaire ; mais la position et la forme des ventouses varient considérablement avec l'attitude de l'animal.

Entre cette forme et celle du distome proprement dit, on trouve toutes les transitions.

Au moment de leur formation, les plus petits distomes immaturés ont, en général, une longueur de 0 mm. 20 avec une largeur de 0 mm. 10, mais ils peuvent atteindre plus tard jusqu'à 0 mm. 5 et même 0 mm. 7. Ces grosseurs extrêmes sont de 0 mm. 45 à 0 mm. 75. Le corps est ovale, plus arrondi devant que derrière et venant en pointe bien marquée dans le dernier tiers. Dans l'état de repos, à l'intérieur d'un kyste, il est presque sphérique. Le suçoir oral est plus grand que le ventral ; le rapport de leurs diamètres étant environ de 4 : 3 ; mais, sous ce rapport, il y a une foule de variations chez la larve et chez l'adulte. Sauf à la surface des suçoirs, qui sont lisses, la cuticule est couverte de petites épines. Elles sont disposées en rangées transversales dont les membres forment aussi des rangées diagonales. La cuticule paraît formée de petits champs en losanges : il y a environ deux cents rangées transversales sur le dos. Immédiatement autour du suçoir ventral, les épines se trouvent en cercle concentrique. Les suçoirs sont logés dans une légère involution de la cuticule, ordinairement le suçoir ventral a un quart ou un tiers de largeur totale du corps.

La bouche est située au milieu du suçoir antérieur et paraît généralement triangulaire vue en section, le tube buccal est infundibuliforme et s'ouvre en arrière dans un pharynx sphérique musculeux. Celui-ci est suivi d'un œsophage court, droit, lequel passant en haut et en arrière, bifurque pour former les cæcums digestifs qui ressemblent à des sacs et sont dorsaux par rapport aux autres organes.

Dans le ver au repos, les cæcums sont très distendus par une matière jaunâtre granuleuse, sans doute dérivée des tissus du Mytilus.

L'œsophage est souvent très bourré de nourriture : l'appareil digestif, dans cet état, occupe la plus grande partie du corps antérieur au suçoir ventral. Quand il est vide, il est beaucoup plus petit. Le bout postérieur du pharynx est pourvu d'un groupe de glandes salivaires. L'épithélium du tube digestif consiste en cellules très grandes, plates, polygonales, avec noyau très visible. Les cellules peuvent être quelquefois distinguées individuellement par la pression de la préparation.

Il y a une commissure nerveuse mal définie supra-pharyngienne et deux cordons latéraux.

L'appareil excrétoire consiste en deux énormes sacs tubulaires s'étendant au bout antérieur du corps et convergeant pour former une vésicule piriforme médiane s'ouvrant par un pore à l'extrémité postérieure.

Les tubes excrétoires sont généralement pleins de granules sphériques opaques, probablement de nature excrétoire.

Les organes femelles ne sont pas développés dans la larve sédentaire. Le ver est protandre et les organes mâles génitaux atteignent une grosseur remarquable. Les rudiments des testicules, *vasa deferentia*, et du pénis sont très visibles en section et dans la préparation colorée du ver entier. Le pénis présente un pore génital situé immédiatement en arrière du bord postérieur du suçoir ventral. C'est un corps piriforme, allongé, creux, couché devant et adossé au suçoir par sa face dorsale.

Le rudiment de vésicule séminale reçoit le *vasa deferentia*, qui peut être suivi jusqu'aux testicules sphériques.

Cette description du distome, empruntée à Jameson, est bien conforme à ce que nous avions constaté sur ceux des moules de Billiers avant lui et dont les dessins avaient été présentés au Congrès de la Société Française pour l'avancement des sciences à Ajaccio en 1901.

Au Congrès des *Pêches fluviales et maritimes* tenu à Paris, en 1900, à l'occasion de l'Exposition internationale, j'ai présenté des coupes de différentes espèces de perles et, entre autres, des coupes de perles de moules. Ces dernières ont la structure en fine lamelles concentriques des perles fines. Jameson a pratiqué également des coupes non seulement de la perle, mais encore des tissus environnants et voici ce qu'il a trouvé pour la *structure du manteau :*

1° Un simple épithélium externe qui est une continuation directe du tégument dorsal du corps;

2° Un épithélium cilié interne ressemblant à l'épiderme des branchies ;

3° Un tissu spongieux connectif dans les mailles duquel le sang circule.

L'épithélium externe est composé d'une couche de simples cellules columnaires aplaties avec noyaux sphériques ou ovales. Les surfaces extérieures de ces cellules sont intimement appliquées sur la nacre de la coquille. Vues par la surface externe, ces cellules sont polygonales. En coupes perpendiculaires, elles sont en forme de briques ou de colonnes ; l'hématoxyline y fait apparaître de fines stries perpendiculaires à la surface. Leur base est attachée aux fibres connectives sous-jacentes.

Par-ci, par-là, à travers cet épithélium, se montrent des cellules sphériques, qui se teintent légèrement : elles ne sont jamais nombreuses et Jameson croit à un défaut de préparation, mais il dit que cela pourrait être aussi des cellules à noyau ovale décrites par Tulberg en 1882, on verra plus tard que

M. Jameson a méconnu la nature et le rôle de ces éléments.

La couche épidermique interne est composée d'un épithélium cilié avec cellules glandulaires interstitielles.

Le tissu connectif est formé d'un assemblage de mailles de cellules irrégulières ou étoilées et de fibres.

Le sang circule entre les cellules et les fibres, et, dans certains endroits, les espaces deviennent des lacunes contenant de nombreux corpuscules sanguins. *Il existe dans les espaces intercellulaires, dans les mailles du tissu conjonctif, surtout sous les couches épidermiques internes et externes, de grandes masses jaunes réfringentes, granuleuses, montrant des traces de structure cellulaire, arrivant quelquefois dans les mailles du parenchyme.*

Nous verrons plus loin quelle signification il convient d'attribuer à ces éléments ; elle semble avoir complètement échappé à M. Jameson. Il dit, en effet, que les cellules de l'épiderme externe sécrètent une cuticule de conchyoline *qui s'imprègne de calcaire*. Mais il ne s'est pas trompé en disant qu'il n'y a pas adhérence de l'épithélium dans tous les points avec la nacre, mais dans quelques points seulement et que la structure de la nacre a la plus grande analogie avec celle de la perle.

D'après M. Jameson, la théorie alternative de la croissance par *intussusception* créée par Mery en 1712, renouvelée par Mathusius en 1777 et en 1798 et soutenue par Félix Muller en 1885, n'est pas convaincante. Les faits que l'on suppose prêter du poids à cette hypothèse peuvent, dit-il, s'expliquer par la théorie de l'*apposition*. Il ajoute que la perle de moule a beaucoup de ressemblance avec les corps de Harting et paraît s'être formée par une matière calcaire lentement précipitée dans une substance visqueuse comme l'albumine. Nous avons dit déjà pourquoi il ne fallait pas considérer les perles comme des sphéro-cristaux (page 11). Il admet l'opinion soutenue jadis pour les perles des *pinna* par Réaumur, à savoir que l'épithé-

lium du sac de la perle acquiert les caractéristiques de la partie adjacente de l'épiderme. Le sac qui renferme la perle est composé d'un simple épithélium columnaire qui ne peut être distingué de l'épiderme externe du manteau ni par sa structure, ni par son fonctionnement.

Pour l'auteur anglais, la perle est provoquée par la pénétration dans le manteau d'une *cercaire* sans queue (qu'il ne décrit pas) et qu'il n'a pas encore pu trouver en train de *percer* sa surface extérieure. Après s'être promenées un certain temps sur la surface interne de la coquille, ces cercaires vont se reposer, en prenant une forme sphérique, dans l'épaisseur du tissu connectif. Si elles semblent éviter les parties musculeuses du manteau, c'est sans doute, dit-il, à cause de l'absence d'un appareil à *perforer*.

Il n'y aurait d'abord autour du parasite qu'un espace doublé de tissu conjonctif et bientôt les tissus de l'hôte feraient naître une couche épithéliale, qui sera le sac sécréteur de la perle. Cet épithélium paraît venir d'une *manière absolument indépendante de l'épiderme externe*. Sa production est due sans doute à une stimulation *spéciale* du parasite, car d'autres parasites : sporocystes, cestodes, larves de cestodes, etc., ne sont pas entourés d'un sac spécial.

Donc, d'une part, M. Jameson trouve que le sac ne diffère pas morphologiquement et physiologiquement de la couche épidermique externe du manteau et, d'autre part, il lui reconnaît une origine indépendante de ce dernier.

Ce n'est pas la théorie de l'encapuchonnement soutenue par Boutan ; d'ailleurs, M. Jameson pense que le parasite *perce* la couche externe du manteau et ne la refoule pas. « D'abord, dit-il, quelques cellules paraissent, qui *prolifèrent* et s'arrangent le long des parois de la cavité. » Un peu plus loin cependant, M. Jameson dit qu'il n'a pu voir ces cellules en train de se diviser. « Ces dernières sont plus grandes que celles du tissu conjonctif et sont plus susceptibles de se colorer ; elles sont aplaties, polygonales, vues par leur surface ; leurs

noyaux sont grands et sphériques et montrent leur réticulum chromatique bien évident et le nucléole distinct qui caractérise les noyaux du tissu embryonnaire. Il pense que, dans la masse formée par la mort du trématode, naissent des points de calcification qui finissent par se transformer en calcosphérite ; il y a souvent une certaine quantité de matière granuleuse réfringente associée avec les restes du ver : ce sont les petits cristaux décrits par R. Dubois. »

Mais les petits cristaux que j'ai décrits ne sont pas des granulations, ce sont des cristaux nettement caractérisés de carbonate de chaux (voir fig. 10). La calcification ne naît pas dans la « matière granuleuse associée avec les restes du ver » ; elle débute de très bonne heure par ce dépôt de cristaux.

Enfin, il semble bien que l'opinion de M. Jameson soit que c'est la mort du ver et sa décomposition qui amènent la formation du sac de la perle et pourtant pour expliquer la présence de perles sans noyau parasitaire, M. Jameson admet que le parasite quitte le sac parfois pour aller en former un autre plus loin et, dans le premier, il se formera cependant une perle. « Ce noyau est formé par des débris du trématode mort ou par un peu de résidu qui reste si le ver s'est échappé du sac. » Le ver *vivant* peut donc coexister avec le sac perlier et le début de la calcification, qui continue après son départ.

Les « larves de distome » (?), dit M. Jameson, quittent quelquefois le sac et émigrent vers un autre point, mais autour des détritus laissés par eux peut se former une perle dont le noyau ne montre aucun parasite. Cela se voit souvent dans les perles accolées ; l'une renferme un distome et la voisine en est dépourvue.

Il a trouvé dans des vers sectionnés un protozoaire parasite (sporozoaire ?) couché dans les tissus, mais il dit qu'ils ne sont pas plus nécessaires que la présence du corps d'un distome mort pour provoquer la formation de la perle.

Certainement, je n'ai pas pu acquérir la certitude que le distome enkysté pendant longtemps sort à un moment donné

de la perle au moment de sa désagrégation, c'est-à-dire vers le mois d'août pour les moules de Billiers ; mais M. Jameson n'a pas établi que cette opinion fut erronée, comme il semble le penser au début de son travail, tandis que Garner a dit positivement qu'il avait retiré des distomes vivants des perles qui les contenaient. C'est là un point très intéressant à élucider définitivement.

Chose importante à retenir : M. Jameson a noté et même figuré que les espaces sanguins contenant les *corpuscules*, dont il a été question plus haut, sont très développés autour du sac. Cette remarque, que j'avais faite moi-même en étudiant la formation des perles chez les moules de Billiers et chez d'autres espèces, est très importante et je suis surpris qu'après cela le véritable mécanisme de la formation des perles que nous avons décrit (page 21), ait pu échapper à M. Jameson.

On trouve assez souvent, à certaines époques principalement, des perles contenues dans un sac ouvert au dehors par un orifice plus ou moins grand ou seulement séparées de la cavité de la coquille par une très mince membrane.

M. Jameson admet que la perle peut faire saillie et tomber dans la chambre branchiale, ou entre le manteau et la coquille. Par suite de la compression exercée au point saillant, l'épiderme peut se résorber et alors l'épithélium externe du manteau forme une couche continue avec le sac. M. Jameson donne une figure de cet état dans le texte.

Telle n'est pas l'opinion de M. Boutan (n° 9 et n° 11), qui, après moi, et après M. Jameson, a repris l'étude des moules parasitées de Billiers. Ce savant a d'abord résumé ainsi ses recherches dans une note à l'Académie en 1903.

« Les distomes parasites qui infectent le corps de ces mollusques, cheminent à travers les tissus pour gagner l'extérieur, quelques-uns s'égarent dans la cavité située entre le manteau et la coquille et se trouvent emprisonnés dans cette chambre hermétiquement close. Ce sont ces égarés qui vont servir de noyau aux perles fines. Ne pouvant quitter leur

prison, ils se logent dans un repli de l'épithélium externe du manteau, qu'ils dépriment, pour former une petite logette. On aperçoit alors l'animal entouré par l'épithélium épaissi sous la forme d'une petite masse sphérique, au milieu de laquelle on distingue ses principaux organes.

« Ce stade qui avait échappé aux observations est très important, car il donne la clef du mode de formation des perles fines, je l'appellerai, dit M. Boutan, le stade de l'*encapuchonnement*. J'ai cru nécessaire de le fixer nettement à l'aide d'une série de clichés photographiques.

« En l'étudiant sur une série de coupes, on constate que l'organisme du mollusque réagit contre l'envahissement du parasite et que la sécrétion de l'épithélium qui tapisse la logette donne naissance aux premières couches de la perle.

« Plusieurs cas peuvent se présenter :

« 1° La dépression de l'épithélium peut être très profonde et rester largement béante, il se forme alors une demi-perle, qui se soude promptement avec la coquille ;

« 2° Le capuchon épithélial peut être plus profond, tout en conservant un large orifice. La perle qui se forme reste creusée, sur la face qui regarde la coquille, d'un orifice central ;

« 3° Le capuchon épithélial ne forme plus qu'un tube étroit le reliant au reste de l'épithélium. La perle en forme de poire, ou presque sphérique, présente alors un pédicule de forme variable ;

« 4° Enfin, et c'est le cas le plus général, les bords du capuchon se soudent, la cavité parasitaire se trouve séparée du reste de l'épithélium externe et s'enfonce dans les tissus, la perle est sphérique. »

Dans tous les cas, affirme M. Boutan, même dans ce dernier, où la perle est logée dans l'intérieur du manteau, la perle a une origine épithéliale et représente une sécrétion de l'épithélium externe du manteau.

Giard (n° 12) a soutenu que, chez la moule, le processus

« palingénétique » de l'invagination épithéliale observé par Herdman et Hornel est généralement remplacé par le processus « cœnogénétique » de l'invagination de quelques cellules qui, entraînées par le parasite, se multiplient ensuite pour former la paroi du kyste.

Les observations d'Herdman ont porté sur les Pintadines de Ceylan. Cet auteur distingue :

1° Des perles ampullaires chez lesquelles le nucléus et la perle qui en dérive sont situés dans une poche ou une ampoule de l'ectoderme invaginé ;

2° Les autres sont contenues dans des sacs clos.

Cela ne tranche pas la question de savoir si une perle contenue dans un sac ouvert est en train de sortir des tissus du manteau ou si elle démontre que le parasite qui l'a formée a dû refouler « par encapuchonnement », l'épithélium externe du manteau.

En somme, on se trouve en présence de trois opinions différentes :

1° Le parasite perce la paroi externe du manteau et le sac se forme à l'aide d'éléments qui ne proviennent pas de l'épithélium externe (Jameson) ;

2° Giard croit que le parasite a introduit avec lui quelques cellules épithéliales de la couche externe ;

3° Boutan soutient que le sac vient toujours et complètement d'une partie invaginée de l'épithélium du manteau ;

Dans un important mémoire (11) M. Boutan a développé les résultats consignés dans sa note à l'Académie.

Il repousse les affirmations de Giard attribuant la formation de la perle chez la moule à un processus cœnogénétique, consistant dans l'entraînement de quelques cellules épithéliales par le parasite, se multipliant ensuite pour former la paroi de kyste.

Il combat nécessairement l'opinion de M. Jameson d'après lequel l'épithélium externe ne prend aucune part à la formation de la perle fine, cette dernière étant sécrétée par un

épithélium formé de toutes pièces dans l'épaisseur du manteau au dépens des éléments conjonctifs « d'origine mésodermique.

Boutan ne conteste pas que les cellules qui entourent les perles sont plus hautes que celles de l'épithélium externe du manteau, mais il explique cette particularité en disant qu'elles sont faites dans un but de défense.

Il admet que l'on peut bien trouver, comme l'a avancé et même figuré Jameson, des distomes entourés seulement de tissu conjonctif, mais il les considère comme des organismes en voie de migration dans l'épaisseur du manteau.

Cette enveloppe conjonctive, d'après Boutan, serait incapable de sécréter les matériaux de la perle.

Il soutient que dans la coupe figurée par Jameson, d'une perle dont l'épithélium du sac se continue avec l'épithélium du manteau, la perle ne devrait pas être ronde. Il reproche à cette figure d'être trop schématique.

« Lorsque, dit M. Boutan, le capuchon épithélial reste à l'état de capuchon incomplètement fermé, l'animal n'étant entouré par l'épithélium que sur une portion de sa périphérie, il reste un large hiatus faisant communiquer la cavité où est logé le parasite avec la cavité palléale. » La différence essentielle entre la perle et la nacre, et ce qui donne à la perle son orient, réside dans l'orientation des couches successives autour d'une circonférence de faible rayon, tandis que les couches de la coquille sont disposées à peu près horizontalement.

Aucun des auteurs qui ont écrit avant nous sur le mécanisme de formation des perles n'a pénétré sa véritable nature parce que tous, sans exception, ont pensé *a priori* qu'il s'agissait d'une simple sécrétion de cellules épithéliales ou autres. Ils ont eu le tort de ne pas se livrer, comme nous l'avons fait, à une étude comparative de ce phénomène sur des individus appartenant aux espèces perlières les plus différentes. En outre, le système des coupes peut être très utile, mais

il n'est pas suffisant. Il faut examiner à plat la couche de cellules qui est en contact avec la surface de la perle. On voit alors qu'elle présente des méats, dont quelques-uns sont obstrués par ces « grandes masses jaunes réfringentes, granuleuses montrant des traces de structure cellulaire », qui avaient intrigué M. Jameson. Ce sont des cellules migratrices calcarifères en train de pénètrer au travers des méats intercellulaires et d'apporter la substance calcaire en même temps qu'une certaine quantité d'une matière organique se colorant facilement par le bleu de méthyle, particulièrement chez les Pinna, tandis que la conchyoline ne se teinte que peu ou point. Cette dernière est le produit exclusif des cellules du sac. Tout se passe chez la moule comme chez les autres mollusques perliers suivant le processus général que j'ai décrit dans ma note à l'Académie en 1904 (n° 16 et pages 21, 22, 23). Je n'insiste donc pas davantage sur ce mécanisme, dont j'aurai à parler plus en détail dans le chapitre consacré à l'étude du mode de formation de la perle, en général.

J'ai bien vu ce que M. Boutan appelle le stade d'encapuchonnement, mais je n'ai jamais trouvé que des perles formées et déjà grosses dans cette situation, jamais de distome. Au contraire, j'ai vu quantité de ces derniers commençant à se couvrir de calcaire dans l'épaisseur même du manteau. Il y a donc déjà de sérieuses raisons de croire qu'il s'agit d'un processus d'élimination plutôt que d'une pénétration de l'extérieur vers l'intérieur. Enfin, bien que l'on trouve à certaines époques, surtout chez *Mytilus gallo-provincialis*, des quantités considérables de distomes entre la face externe du manteau et la coquille, où ils forment des cordons en relief allant du bord terminal de la coquille jusqu'au byssus, on sait également que les sporocystes bourrés de cercaires remplissent les vaisseaux du manteau (v. p. 64). Il est donc infiniment probable que les distomes situés dans l'intérieur du manteau viennent des cercaires mis en liberté par la rupture de sporocystes vasculaires. Mais, sous ce rapport, il reste un point à éclaircir : pourquoi

trouve-t-on des distomes dans l'épaisseur du manteau et aussi en dehors de lui dans la cavité palléale? Je ne saurais le dire pour l'instant.

En résumé. — La formation de la perle exige le concours d'éléments sécréteurs de la conchyoline, d'une part, formant le sac perlier et, d'autre part, l'apport du calcaire par les éléments migrateurs. Le processus d'encapuchonnement, en tant que procédé général, n'est pas plus probable que la perforation de l'épithélium de la paroi externe du manteau par des distomes qui n'ont guère d'agilité. Ceux de ces derniers que l'on trouve dans l'épaisseur du manteau doivent dériver des cercaires que l'on rencontre chez certaines moules en abondance dans les vaisseaux. Quant aux larves ciliées, elles peuvent pénétrer par le rein, ou même directement en raison de leurs faibles dimensions et de leur agilité par les méats intercellulaires de l'épithélium du manteau, qui existent, comme ceux du sac de perles, pour laisser passer les éléments migrateurs calcarifères destinés à la nacre.

PERLES DES MODIOLES

J'ai récolté dans le golfe de Gabès, sur les bancs à Pintadines (*Margaritifera vulgaris* Schum.) et aussi dans les endroits où l'on rencontre dans ces parages des Pinna (*Pinna nobilis* Linné) perliers, un assez grand nombre d'individus de *Modiola barbata* renfermant des perles. On trouve rarement plus de deux à trois perles par mollusque. Elles sont situées dans l'épaisseur du manteau et de préférence près du bord. Elles sont rondes, sans orient, de couleur terreuse, jaune brun terne : leur diamètre varie de 1 à 3 millimètres.

Je n'ai trouvé aucune trace de distomes dans ces mollusques ni dans leurs perles, mais par la décalcification, j'ai pu mettre en évidence les corpuscules ovoïdes, nucléés, colorables, de même nature que ceux que j'ai signalés dans les perles des Pintadines de Tunisie (n° 18) et que je considère comme des

spores enkystées de sporozoaires. M. Jameson a dit quelque part, je crois, que les perles de la marge du manteau de la Modiole sont associées avec des protozoaires parasites.

Il serait intéressant et fort utile d'examiner plus complètement que je n'ai pu le faire, la formation de ces perles, assez communes dans les Modioles du golfe de Gabès.

Planche IV.

1. Perles rouges de *Pinna nobilis* en poires, rondes et en bouton.
2. Perle piriforme avec pied évasé appliqué sur la coquille.
3. Face inférieure du pied de la perle 2.
4. Perle blanche en poire de *Pinna nobilis*.
5. Perle ronde blanche de *Pinna*.
6. Perle en poire « encapuchonnée » dans le sac perlier.
7. Perles de *Pinna* de couleur plus foncée.
8. Grosses perles de *Pinna* (grandeur naturelle).
9. Perle noire de *Pinna*.
10. Perles baroques de *Pinna*.
11. Perles d'*Ostrea edulis*.
12. Perles d'*Avicula hirundo*.

13 et 14. Perles de *Pinna squamosa*.

15. Coquille d'une *Pinna nobilis* (de Tamaris-sur-Mer).

Diverses Perles des côtes de France.
(Collection du Professeur Raphaël Dubois).

CHAPITRE VI

PERLES ET NACRE DES PINNA

Les Pinna sont des mollusques lamellibranches asiphonés appartenant à la famille des Aviculidés. Le genre Pinna (Aristote) Linné, d'après Locard[1], est représenté par quatre espèces :

Pinna pectinata Linné, que l'on trouve dans la Manche, l'Océan, dans les régions Armoricaine et Aquitanienne ;

Pinna truncata Philippi, qui habite la Méditerranée ;

Pinna micronata Poli, habitant la Méditerranée ;

Pinna nobilis Linné, qui se rencontre des Bouches-du-Rhône aux Alpes-Maritimes.

C'est sur cette dernière espèce qu'ont porté toutes nos observations et expériences.

Les perles des Pinna ont été recherchées dans l'antiquité. Bonnemère rapporte que jadis pour pêcher ces mollusques, on avait créé un instrument nommé « crampe » dont on trouve la description dans l'*Encyclopédie :* c'est une espèce de fourche de fer dont les fourchons sont perpendiculaires au manche ; ils ont chacun 8 pouces de long et laissent entre eux une ouverture de 6 pouces dans l'endroit où ils sont le plus écartés, on proportionne la longueur du manche de la fourche à la profondeur où l'on veut aller chercher les Pinna ; on les saisit, on les détache et on les enlève avec cet instrument...

[1] A. Locard, *Catalogue général des Mollusques vivants de France (Mollusques marins)*, Lyon, 1886.

Sur les côtes de Provence, les pêcheurs se servent souvent d'un nœud coulant de corde porté au bout d'une perche; la coquille dont la partie la plus large est dressée ne peut plus s'échapper dès que le nœud a été serré dans la partie rétrécie qui est voisine du byssus. Ce dernier est quelquefois fixé assez énergiquement au sol.

Les Pinna se trouvent non seulement en France, sur les côtes du Boulonnais, de la Normandie, de la Bretagne, dans le bassin d'Arcachon et dans la Méditerranée, depuis Cette jusqu'à Nice, mais encore sur les côtes de l'Italie, en Grèce, en Corse et sur les rivages africains. Elles sont communes et se rencontrent souvent dans les mêmes points que les Pintadines dans le Golfe de Gabès et dans la mer de Bou-Grara, en Tunisie. En Corse, elles ne commencent à paraître qu'au delà du calcaire de Bonifacio. A Porto-Vecchio, elles sont abondantes et très perlières. On en trouve également de perlières dans les eaux du Syndicat de Nemours, à Rachyoum et aux îles Zaffarines, par des fonds de 8 à 10 mètres Ce sont sans doute les perles de Pinna qui ont fait dire à Raoul Postel, dans son ouvrage sur Tunis et le Maroc, que Melilla, près du port de Ras-el-Dir (Maroc), fut jadis célèbre par ses huîtres perlières.

Les Pinna ne sont pas perlières dans toutes les localités. Sur les côtes du département du Var, où je les ai étudiées principalement, on trouve des îlots, des colonies très voisines les unes des autres. Dans l'une d'elles, les Pinna ont des perles et les autres en sont totalement dépourvues.

Les Pinna deviennent perlières dans le parc vivier situé en face du Laboratoire maritime de biologie de Lyon à Tamaris-sur-Mer. Je ne sais s'il en est de même dans toute la rade de Toulon : ces coquillages ont été détruits par les ravageurs, qui sont en train de stériliser ces fonds, jadis d'une admirable fertilité, sous l'œil d'une administration indifférente, peut-être même bienveillante.

Les Pinna sur les côtes de Provence sont recherchées pour leur coquille qui sert à faire des peintures, des marines prin-

cipalement, d'une forme originale et d'un bel effet. Les Napolitains mangent ce coquillage après avoir enlevé la poche péricardique renfermant un pigment noir, âcre, que les pêcheurs appellent « le poivre ». Après cette opération, on peut en faire des mets délicieux, arrangés à la manière des coquilles de Saint-Jacques.

Les perles n'ont pas de valeur ; elles sont de couleurs très diverses : noires, brunes, transparentes, jaunes, rouges, blanches. Ces dernières ont souvent à l'état frais un joli orient, mais elles ne le conservent pas longtemps.

D'après Diguet, dans le golfe de Californie, la *Pinna rugosa* donne des perles d'un très bel orient, mais elles ne peuvent se conserver. Au bout d'un temps plus ou moins long, il s'opère un retrait de la matière organique qui se fendille. C'est certainement un effet de deshydratation, l'analyse chimique ayant démontré (v. p. 31) que les perles de Pinna sont beaucoup plus riches en eau que celles de Margaritifera.

Il ne faut pas confondre ces perles avec les concrétions que l'on a signalées dans divers points des Pinna. Shlossberger a rencontré deux concrétions de la grosseur d'un petit pois dans les organes de Bojanus de *Pinna nobilis :* l'une était brun clair et l'autre noire ; elles renfermaient 64,93 pour 100 de matière minérale, la plus grande partie en phosphates de chaux et de magnésie ; il y avait en outre du carbonate de chaux et une trace d'oxyde de fer.

Krukenberg aurait trouvé dans *Pinna squamosa* un calcul presque complètement formé de sels de manganèse. Ces concrétions doivent être rapprochées de celles qui ont été si bien étudiées par Letellier, et leur composition est bien différente de celle que nous avons donnée des perles des *Pinna*.

Les perles se trouvent parfois accolées à la base des muscles de la coquille, mais le plus souvent, presque toujours dans l'épaisseur du manteau. Je n'en ai jamais rencontré dans les organes. On en trouve de toutes dimensions, depuis celles qui sont à peine visibles à l'œil nu jusqu'à d'assez forts dia-

mètres : je possède dans ma collection une perle noire qui n'a pas moins de 10 millimètres de diamètre. En général, elles sont rondes, assez régulières, mais souvent aussi les perles jaune-rouge surtout sont en forme de poire.

On dirait bien vraiment que celles-ci se sont formées par une invagination de l'épiderme dans la couche externe du manteau. J'en ai vu une dont le col était évasé comme celui d'une amphore (v. pl. IV, n° 2, 3, 6). Elle était coiffée du sac perlier, mais le pied élargi était en contact avec la coquille. Ce qui pourrait être invoqué, encore chez les *Pinna*, en faveur de la théorie de l'encapuchonnement de Boutan, c'est que le plus souvent — mais non toujours — la couleur de la perle est la même que celle de la nacre au point correspondant du manteau où elle a pris naissance. Malheureusement on peut se demander comment pourrait s'opérer ce refoulement, les perles de Pinna n'étant pas l'œuvre d'un distome, ainsi qu'on le verra plus loin.

Réaumur (n° 28) paraît être le premier naturaliste ayant examiné avec soin les perles des *Pinna :* « Elles sont, dit-il, formées d'un sac, qui s'est extravasé de quelques vaisseaux rompus et a été arrêté entre les membranes, et qu'ainsi, les perles font l'effet de quelque maladie ou de quelqu'accident de l'animal : elles seraient du même genre que celles de la vessie ou des bézoards. La coquille est formée par la transpiration d'un certain suc, là où le vaisseau se rompt, la perle prend la couleur de la portion correspondante de la coquille, ce qui prouve que ce sont les mêmes vaisseaux. Il y a plus, la partie argentée de la coquille est formée de couches qui s'enveloppent les unes les autres, comme les peaux d'un oignon, la partie rougeâtre est composée de petits filets cylindriques fort courts appliqués les uns contre les autres. Les perles des deux couleurs ont aussi cette différence de tissu, non que les unes et les autres ne soient composées de couches concentriques, mais celles des perles rougeâtres sont beaucoup moins sensibles et elles ont de plus des filets qui, comme des rayons, vont de

leur centre à leur circonférence. » Ces observations montrent une fois de plus l'admirable sagacité d'observation du célèbre naturaliste français, mais elles avaient besoin d'être reprises à nouveau, avec la technique actuelle, ce que j'ai fait en 1899. Je m'en félicite, car c'est en grande partie grâce à l'étude des perles des *Pinna* que j'ai pu comprendre le véritable mécanisme intime de la formation de la perle, qui avait échappé à tous ceux qui m'avaient précédé dans cet ordre de recherches.

Dans les perles de *Pinna*, on trouve toutes les transitions entre la structure de la véritable perle fine, à fines couches concentriques, et la structure alvéolaire. Cette dernière ne peut mieux être comparée qu'à des nids de guêpes dont les alvéoles prismatiques accolées auraient toutes leur sommet tourné vers le noyau. Ces alvéoles de conchyoline se colorent difficilement, mais ils sont remplis de substance calcaire jointe à une matière organique, laquelle se colore fortement par le bleu de méthyle. Ici, comme toujours d'ailleurs, les cellules formant la trame du sac, laissent entre elles des espaces polygonaux, comme feraient les mailles d'un filet : par les espaces pénètrent dans les alvéoles les cellules migratrices calcarifères : elles s'y accumulent les unes au-dessus des autres comme je l'ai dit déjà (page 21) et à l'interstice de deux de ces dépôts correspond toujours un petit épaississement de l'alvéole, ce qui les fait paraître striées. De place en place, les épaississements sont plus prononcés et le repli de l'alvéole constitue dans l'intérieur de celui-ci un repli saillant. Ces replis se correspondent dans tous les alvéoles : ils sont probablement produits par la même cause agissant au même moment et correspondant à un temps d'arrêt de la pénétration des migrateurs calcifères. Quand ces cloisons sont très prononcées et très rapprochées, on a la structure en oignon de Réaumur. Mais entre cette disposition et celle des prismes alvéolés, on trouve toutes les transitions parfois dans la même perle (v. pl II, fig. 2).

Comme les autres, les perles blanches décalcifiées gardent leur orient et les perles rouges et noires leur couleur. C'est donc bien le squelette de conchyoline qui, par sa structure, donne l'orient et par son pigment la couleur. Je n'ai jusqu'à présent jamais rencontré dans le noyau des perles de *Pinna* rien qui ressemblât à un distome ou à un ver quelconque. Mais dans deux exemplaires, dont un est né dans le parc du laboratoire, j'ai vu très nettement de petits corpuscules ovoïdes de 1/100 de millimètre dans l'intérieur du noyau : ils étaient semblables à ceux que j'ai signalés dans les perles des Pintadines du golfe de Gabès et dans les perles de Modioles de la même localité. Je les considère comme des *spores de sporozoaires*.

CHAPITRE VII

RECHERCHES SUR LES PERLES, SUR LA NACRE ET SUR LES ANIMAUX PERLIERS ET NACRIERS

du Genre *Margaritifera* (Aviculidés).

Nos recherches ont porté principalement sur *Margaritifera vulgaris* (Schumacher) et sur ses productions.

Sur les côtes du sud de la Tunisie, dans le golfe de Gabès et dans la mer de Bou-Grara, il existe de nombreux et puissants bancs d'une Méléagrine ou huître perlière. D'après Monterosato, le savant conchyliologiste palermitain, elle serait répandue sur les côtes méridionales de la Méditerranée, depuis Jaffa (Syrie) jusqu'au golfe de Gabès[1]. On a beaucoup discuté sur le nom qu'il convient de donner à ce mollusque : je pense qu'il ne serait d'aucune utilité de revenir ici sur ces controverses[2].

Je crois plus sage d'adopter l'opinion de M. Lister Jameson, qui a été chargé, par le professeur Ray Lancaster, de réorganiser la collection des *Margaritifera* du *British Museum of natural history*, de Londres, et qui a eu, par ce fait, entre les mains les plus nombreux et les plus précieux documents comparatifs. Jameson place l'huître perlière de Tunisie dans la deuxième division de sa classification du sous-genre *Margaritifera*, dont elle forme la treizième espèce sous le nom de *Margaritifera vulgaris* (n° 7).

[1] *Journal de Conchyliologie*, XLXII, sér. IV, I, p. 392, 1899.

[2] Raphael Dubois, Sur la Pintadine de Tunisie (*Bull. Soc. Biol.*, t. LV, p. 1638, 1903).

La synonymie donnée par L. Jameson est la suivante :

Genus Pteria Scopoli, 1777, p. 397 : type *Mytilus hirundo* Linn., *Avicula Olivi*, 1792, p. 125.

Espèce 13, div. 2 de Jameson. *Margaritifera vulgaris.*

Perlmaster vulgaris Schumacher;

Avicula fucata Gould (Nouvelle-Zélande);

— *fucata* Reeve (Japon);

— *occa* Reeve (mer Rouge);

— *aerata* Reeve (Australie);

— *perviridis* Reeve (Australie);

— *(meleagrina) varia* Dunker (mer Rouge);

— *(meleagrina) badia* Dunker (non localisée). *Vulgo* Lingah Shells.

Cette coquille est extrêmement variable, les jeunes exemplaires ont été décrits comme des espèces distinctes et souvent les grandes coquilles ont été confondues avec *M. Margaritifera.*

Distribution géographique et variations.

Ceylan et Inde Méridionale. — Celle de Ceylan est la plus connue de cette espèce, elle habite le golfe de Manaar, Palk Straits et le sud de la côte de l'Inde. Elle diffère de la plupart des autres races locales par sa couleur plus lumineuse (claire) et la couleur blanchâtre ou rosée du fond et de l'intérieur de la lèvre.

Iles Maldives. — On en a trouvé certainement de nombreuses, mais non des bancs très étendus.

Golfe Persique. — Celle-ci se distingue de celle de Ceylan par sa couleur plus foncée. L'extérieure est, en général, plus pourpre et les radiations plus noires. L'intérieur de la lèvre est rouge sombre. Les coquilles atteignent quelquefois de plus larges dimensions que celles de Ceylan. Il en arrive beaucoup sur le marché de Londres, mais de petite et fluctuante valeur. Il y a ordinairement beaucoup d'offres pour une demande limitée.

Mer Rouge. — Cette coquille est commune, mais pêchée

exclusivement pour la perle (Aden, Major, Yerbury). Celles d'Aden sont semblables à celles de Ceylan.

Méditerranée. — On les rencontre d'Alexandrie à Malte, depuis le percement de l'isthme de Suez.

Est Africain. — Il y a au British Museum des spécimens de Mauritius, des îles de Bararuto et Durban;

Péninsule et Archipel Malais. — Les spécimens de Singapour et de Brit sont nettement différents de ceux de Ceylan.

Australie. — L'Australian Lingah du nord de la côte d'Australie et de Sharks-bay ressemblent, par la couleur, à celles du golfe Persique.

Nouvelle-Guinée. — Ces coquilles sont pêchées exclusivement pour les perles par les naturels à l'île Trobriaud : elles renferment quantité de perles, mais de valeur inférieure, la couleur extérieure est la même que celle du golfe Persique, mais la nacre intérieure est moins belle. On en a trouvé d'isolées dans diverses parties de la côte Est.

On doit rattacher à cette espèce la quatorzième de Jameson.

Margaritifera Martensi du Japon.

Avicula Meleagrina Martensii Dunker, *Avicula pica* (Gould) Lischke, vulg. Japon *Lingah Shell*, du marché de Londres.

Cette dénomination de *M. vulgaris* est bien appropriée, car cette espèce se rencontre sur un grand nombre de points du globe : à Ceylan, aux îles Maldives, dans le golfe Persique dans la mer Rouge, dans l'Est Africain, dans la péninsule et l'archipel Malais, en Australie, dans la Nouvelle-Guinée.

M. Ponzevera, chef de la navigation et de la pêche en Tunisie, en 1901, m'a dit qu'il tenait de Ramedan Hendès, ancien capitaine marin de Djerba, encore maître de port à Adjim, en 1899, que les Pintadines n'avaient paru dans le golfe de Gabès qu'après l'ouverture de l'isthme de Suez. Cette opinion a été soutenue par E. Vassel (n° 22).

Dautzenberg ne constate aucune différence entre les spé-

cimens de provenance érythréenne et ceux de la Méditerranée tient pour le passage (n° 23).

Mais le marquis de Monterosato et d'autres savants, après avoir admis cette idée, sont aujourd'hui d'un avis opposé et considèrent ce mollusque comme autochtone de la Méditerranée.

Ce qui paraît certain, c'est que personne, avant 1869, époque du percement de l'isthme de Suez, n'avait parlé de cette pintadine, à moins que ce ne soit à cette espèce que Raoul Postel fasse allusion dans son ouvrage sur la Tunisie et le Maroc[1], quand il dit que jadis le port de Melilla, près du cap Ras-el-Dir (Maroc) fut célèbre par ses huîtres perlières. Je crois qu'il s'agit plutôt des perles de *Pinna* étudiées autrefois par Réaumur, dans le golfe du Lion, comme il a été dit déjà (p. 82).

La présence et surtout l'abondance de *Margaritifera vulgaris* sur les côtes tunisiennes ont conduit Bouchon-Brandely, inspecteur général des pêches, et Berthoule, secrétaire de la Société nationale d'acclimatation, à introduire dans leur rapport à M. le Ministre de la Marine, le 6 août 1890, ce qui suit :

« Il serait du plus haut intérêt de déterminer exactement les gisements de cette espèce qu'ils désignent sous le nom de *petite pintadine* et d'étudier la richesse de ces colonies jusque-là inconnues : il ne le serait pas moins de travailler à leur développement, à leur culture industrielle et d'*entreprendre sur ces mêmes fonds qui semblent, au premier abord, très favorables à ces expériences, l'acclimatation de la grande Pintadine.*

« Les travaux de telle nature ne seraient pas seulement d'une haute portée au point de vue zoologique, ils pourraient en même temps donner des résultats économiques extrêmement considérables : nous ne saurions souhaiter trop vivement qu'ils

[1] Librairie générale de vulgarisation, 9, rue de Verneuil, Paris.

puissent être entrepris sans tarder, avec ardeur et avec les moyens nécessaires pour en assurer le succès. »

Cette idée a été préconisée de nouveau, en 1895, par M. Grand [1], ostréiculteur distingué, qui avait pratiqué la culture de la grande espèce dans les lagons de Taïti. En 1896, M. Vassel, de Tunis, a repris l'idée des auteurs précédemment cités, mais il a imaginé, pour transporter les Pintadines, un étrange appareil qui montre qu'il n'avait aucune notion de la biologie de ces animaux. Il proposait, pour le transport, d'employer un réservoir en tôle émaillé à l'intérieur et convenablement agencé, que l'on descendrait sur les bancs de pintadines, à 12 mètres de profondeur. Les coquilles introduites dans l'appareil, on le boucherait avec une porte autoclave et l'on y introduirait de l'air à la pression voulue, en évacuant une certaine quantité d'eau. La pression serait soigneusement maintenue pendant la traversée : à l'arrivée, le réservoir serait seulement ouvert après avoir été descendu à 12 mètres de profondeur. Toutes ces précautions sont absolument superflues comme nous le verrons plus loin.

Distribution géographique. — En 1901, à l'époque où j'ai été chargé d'une mission en Tunisie pour l'étude des huîtres perlières, la présence de *M. vulgaris* avait été déjà signalée dans les points suivants :

A la plage de Bordj-Djilli (côte ouest de Djerba), dans le canal d'Adjim, près de l'îlot d'El-Cottoya, dans celui de Kattaya, dans une plage au sud de Sidi-Jamour (côte ouest de Djerba), au large de Skira, à mi-chemin entre Sfax et Gabès, sur la plage de la baie de Surkennis, à l'ouest de la presqu'île de Khadima, près de Skira, sur la plage du nord de l'Oued Gabès.

Lors de la mission dont j'ai été chargé en 1901, par M. le Ministre des colonies, le Gouvernement tunisien voulut bien mettre à ma disposition le vapeur *Fresnel*, du service des ponts et chaussées de Sfax, ainsi que des équipages de pêcheurs indi-

[1] *Rev. marit. et colon.*, t. CXXV, 1895.

gènes. M. Ponzevera, alors chef des pêches et de la navigation, fut envoyé à Sfax par M. de Fages, ingénieur sous-directeur, chargé du service des pêches, à cette époque, pour nous seconder dans nos recherches. Je renouvelle ici l'expression de ma plus vive gratitude à M. de Fages, aujourd'hui directeur général des travaux publics en Tunisie, pour l'appui bienveillant et éclairé dont il nous a honoré en toutes circonstances, et à M. Ponzevera pour son très gracieux et précieux concours, ainsi qu'à MM. Fidèle, résident, Porché, ingénieur des ponts et chaussées, et au capitaine Capriata, chef du port de Sfax.

M. Allemand-Martin, licencié ès sciences naturelles, voulut bien accepter de faire partie de la mission.

Nous avons pu faire, grâce à ce concours de bonnes volontés, les constatations suivantes :

Le 15 octobre, à Cherqui, au N.-E. des îles de Kerkennah, nous avons trouvé des pintadines abondantes, mais petites : elles étaient à 1 mètre de profondeur par courant de 40 centimètres. Le même jour, nous en avons trouvé quelques-unes rares à Sidi-Mansour ; il y avait un courant de 40 centimètres et des fonds de 1 m. 50. On a trouvé également quelques *Pinna*.

Le 17 octobre, nous avons rencontré quelques Pintadines à Surkennis, à côté de la bouée et à l'extrémité S.-O. du banc ; il y avait quelques *Pinna*. Un banc de Pintadines et *Pinna* existe aussi à Knaïs.

Le 18 octobre, dans la baie de la Skirra, du côté de Nadour, les dragues ont ramené de 10 à 15 mètres des pintadines avec des laminaires.

Dans l'Oued-Akarit, par des fonds de 4 mètres, nous n'avons rien trouvé, tandis que dans l'Oued-Melah, la drague a ramené des Pintadines rares et petites des fonds de 5 à 6 mètres.

Nous n'en n'avons pas rencontré dans l'Oued-Gabès, ce sont des fonds de sables, mais il y avait de petites moules sur les pierres du quai.

Le 20 octobre, nous avons pu faire une grande provision de Pintadines à Al Djim, à l'entrée de la mer de Bou-Grara, en

face du Bordj; mais au fond de la mer de Bou-Grara, nous n'avons trouvé que des fonds vaseux avec des coquilles de *Pinna* mortes. Cependant, en 1891, M. Ponzévera en avait pêché de très belles vivantes en cet endroit, ce qui prouve que le fond se modifie.

Le même jour, à 3 milles dans le E.-N.-E. du bordj de Bou-Grara, nous avons rencontré un banc de belles Pintadines vigoureuses, épaisses, par des fonds de 3 à 4 mètres; on y trouva aussi des Praires *Venus verrucosa*, mais, dans la même localité, par des fonds de 12 mètres, il n'y avait plus de Pintadines.

Le 21 octobre, à Sidi Yaya, encore appelé Sidi-Jamour, dans un fond d'algues et de madrépores, où existait un courant, nous avons trouvé quelques Pintadines et, le même jour, quelques autres près du bordj Djellig, en face du fanal.

Les emplacements qui nous ont paru les plus favorables pour la culture sont situés aux points indiqués dans la mer de Bou-Grara et depuis le Tarf et le Djorf, y compris l'îlot de Kottoya. Dans ce dernier point, il y a de très forts courants et des Pintadines en quantité. Il serait facile de fermer le passage entre l'îlot de Kottoya et le côté ouest de Djerba. Là, il n'y a pas de poulpes et le courant serait favorable au développement des pintadines.

M. Allemand-Martin a donné un *aperçu géologique* des régions où l'on rencontre les Pintadines.

D'après Aubert, le plus ancien des terrains quaternaires se rencontre dans le Sud tunisien, près des côtes du Golfe de Gabès. Ce terrain est une formation de grès et d'argile d'âge douteux : elle a été rapportée tantôt à la fin du pliocène et tantôt au commencement du quaternaire. A côté de ces formations, on trouve des sables agglomérés blancs, avec quelques paillettes de mica ; on les rencontre sur les côtes de la baie de Skira. A Gabès, en face de l'oasis, on est en présence d'argiles à Cerithes, de Potamides nombreux. Leur épaisseur est importante.

Le grès et la formation quaternaire sont rouges et jaunes, chargés de gypse. Les argiles rencontrées à Bou-Grara sont de formation récente et renferment de nombreux cristaux de gypse en fer de lance. Elles ont profondément la marque de l'action des eaux de la mer. Ce rivage tend certainement à gagner sur la mer d'une façon assez rapide. Les fonds s'ensablent vite et les bateaux y pénètrent de plus en plus difficilement. A leur partie supérieure, ces collines d'argile sont parfois recouvertes d'une carapace calcaire et au-dessous, il y a des bancs de grès, des marnes et des éboulis.

Djerba appartient à la même formation quaternaire que le continent. Le littoral est probablement du Sahélien. On y rencontre une molasse très blanche à grès calcaires moyens, qui semble dépourvue de fossiles.

Le Quaternaire ancien de Djerba est caractérisé par la présence d'une carapace calcaire travertineuse, s'étendant jusque sur le littoral.

Des sondages, effectués au large entre 7 et 10 mètres, montrent la présence d'une vase argileuse bleue et de sables.

Les Pintadines viennent ordinairement sur des fonds d'argiles sableuses d'un bleu gris noirâtre où croissent en abondance des Posidonies et des zoostères, aux racines desquelles elles sont souvent accrochées par leurs byssus. Ce terrain se rapproche beaucoup, par son aspect, de celui où vivent les Pinna, dans l'anse du Lazaret, situé dans la rade de Toulon, devant le Laboratoire maritime de biologie de l'Université de Lyon, à Tamaris-sur-Mer.

A côté des Pintadines et des Pinna vivent des Modioles, et il convient de rappeler que ces trois espèces de mollusques bivalves fournissent des perles.

Les perles des Pintadines trouvées au mois d'octobre étaient beaucoup plus petites que celles qui ont été trouvées en février sur les Pintadines expédiées à Tamaris : il y en avait beaucoup

de naissantes. La naissance doit commencer vers le mois de septembre, et même plus tôt.

Quant aux Pintadines, elles semblent prendre naissance au commencement du printemps. Des huîtres perlières mises en paniers sous le laboratoire au mois de mars avaient, le 25 mai 1904, produit du naissin composé de toutes petites huîtres accrochées au panier. L'essaimage se continue pendant l'été, car en août, il y avait également de tout petit naissin dans des corbeilles garnies de Pintadines en avril et mai.

LOCALITÉS PERLIÈRES

Iles Knaïs. — Nous avons récolté, en Octobre, 870 Pinna, dont 13 renfermaient des perles dans la partie correspondante à la nacre blanche. Sur ce banc de Pinna, il n'y avait pas de Pintadines et sur 15 Pintadines d'un banc voisin, il n'y avait pas de perles.

Banc de Fengol à Cherki. — Les Pintadines de ce banc sont petites, affectant souvent le galbe d'Avicules : le fond est tapissé de Posidonies, avec Arca, Modioles, éponges inférieures. Sur 548 Pintadines, on a trouvé une seule perle.

Bordj-el-Ksar (Kerkennah). — Les Pintadines habitent ici avec les Pinna. Sur 23 Pinna, on ne trouve qu'une seule perle blanche située dans la partie correspondante à la nacre blanche : les coquilles sont de forte taille. Sur 898 Pintadines, nous en avons trouvé 16 perlières.

Bou-Grara. — Nous avons pêché 7 Pinna sans perles et 86 Pintadines, dont 15 étaient perlières. Sur 3 Modioles, il y en avait 1 avec perle. Il y aurait donc entre la margaritose des Modioles et celle des Pintadines plus de rapport qu'entre celle de ces dernières et celle des Pinna.

Bordj-Ellig. — Sur 410 Pintadines, il y en avait 5 perlières, et sur 6 Modioles, aucune perle.

El Kattoya. — Il y avait 5 Pintadines perlières parmi celles

qui furent pêchées dans cette localité au nombre de 465 ; sur six Modioles, il n'y en avait aucune perlière.

Iles de Kerkennah. — 97 Pinna récoltées à Cherki ont fourni 2 perles blanches et 1 noire, tandis que sur 37 venant de Sidi-Yousouf, il n'y avait pas une perle. Sur 690 Pintadines provenant de cette localité, aucune perle n'a été aperçue. Les Pintadines de cette côte présentent dans le manteau beaucoup de petits points blancs jaunâtres difficiles à déterminer.

Sur 1.800 Pintadines, qui m'ont été envoyées de Tunisie à Tamaris, dans le mois de février 1901, je n'ai rencontré que 6 perlières : 5 possédaient des perles d'un bel orient.

Elles étaient placées de la façon suivante :

1° Deux dans l'épaisseur de la paroi externe du manteau entre le muscle et la charnière, du côté de la valve plate ;

2° Une dans l'épaisseur de la partie du manteau accolée au grand muscle abducteur, côté de la valve plate ;

3° Une perle occupait la même position du côté du byssus, côté de la valve plate ;

4° Une huître contenait 7 perles, quatre sur le côté de la valve convexe, en tas, et deux autres, un peu plus haut, mais à peu près au milieu de la surface de l'huître. Une encore, plus grosse, était située entre les deux muscles, près de la poche du noir.

5° La dernière était placée près de l'insertion du pied sur la coquille.

Le plus souvent les perles siègent dans la région dorsale antérieure, soit à gauche, soit à droite, dans les points, en général, peu éloignés de la charnière.

Celles que j'ai recueillies au moment de ma mission, c'est-à-dire au mois d'octobre, étaient très petites et venaient certainement de naître, tandis que celles du mois de février étaient relativement bien développées.

Transport des Pintadines. — Contrairement à l'opinion admise généralement autrefois, comme le prouve les singuliers moyens de transport préconisés par M. Vassel, de Tunis, le

transport des pintadines est facile et ne nécessite aucune opération compliquée.

Il convient de couper le byssus pour détacher les huîtres fixées aux rochers et de n'exercer aucune traction sur l'animal lui-même. On doit éviter aussi de briser les bords de la coquille afin de ne pas mettre l'animal directement en contact avec l'air extérieur. Dans ce but, on doit aussi chercher à maintenir les valves fermées pour éviter le dessèchement. On y parvient facilement en disposant les pintadines à plat, par couche successives séparées par des couches de végétaux marins, algues et posidonies ou zoostères dans un panier d'osier (les paniers à vin de Champagne sont très convenables pour cet usage). Ces paniers sont placés à l'ombre en plein air et arrosés avec de l'eau de mer trois ou quatre fois par jour, suivant la température de l'air extérieur. J'ai pu ainsi recevoir de Sfax de nombreux envois, même en été. L'un d'eux resté huit jours en route renfermait encore des Pintadines vivantes en assez grand nombre.

J'ai amené ces Pintadines de Marseille à Tamaris, où je les ai conservées très facilement. Elles peuvent vivre longtemps dans des paniers viviers, ou sur les claies à huîtres, dont on se sert dans les parcs d'ostréiculture. Ce sont de grands cadres en bois avec au fond un grillage métallique et le tout a reçu une couche de coaltar. Il est bon de mettre sur les claies des pierres auxquelles peuvent se fixer les Pintadines ; dans les paniers, leur byssus s'attache facilement à l'osier.

Mais on peut aussi en former des bouchots, comme on fait ici pour les moules, en les appliquant avec un filet autour d'un morceau de câble de fil de coco ; lorsqu'elles sont fixées, on enlève le filet et elles restent suspendues.

Dans trois ou quatre mètres de profondeur, j'en ai pu conserver dans le parc de M. de Jouette, à Balaguet, dans la rade de Toulon, pendant deux années consécutives malgré deux hivers froids, dont un particulièrement rigoureux. Des jeunes y ont certainement pris naissance, car nous en avons conservé des exemplaires sur lesquels se sont collées, quand elles étaient

toutes petites et cela longtemps après leur arrivée, des huîtres adultes comestibles de Toulon et des moules qui ne se rencontrent pas dans le golfe de Gabès. Ces huîtres se sont complètement moulées sur les Pintadines et il n'est pas douteux que les deux mollusques se soient développés parallèlement.

Enfin, nous avons montré à divers savants, particulièrement à M. le professeur Darboux de Marseille, à M. M. Stéphan et à diverses autres personnes, de toutes petites Pintadines vivantes dans des cadres qui avaient reçu des adultes seulement plusieurs mois auparavant.

Ces Pintadines vivent très bien dans le parc clos situé en face du laboratoire de Tamaris. J'en ai montré des exemplaires, vivant là depuis plusieurs mois, attachés aux pierres par leur byssus, à M. Joubin, recteur de l'Université de Lyon, à M. Depéret, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, et à divers autres savants. Mais dans ce parc, la profondeur n'est pas assez considérable pour permettre aux pintadines de résister aux grands froids ou à la très grande chaleur. Il faudrait adopter des dispositions spéciales pour les y faire reproduire. Les Pintadines vivent très difficilement dans les bacs de l'aquarium et même dans des récipients en marbre où l'on fait circuler un courant d'eau de mer. Elles se comportent mieux dans les grands bassins de ciment, où l'eau est agitée par des ailettes mues par un petit moteur à air chaud.

Les Pintadines aiment l'eau souvent renouvelée, les courants naturels particulièrement.

J'ai remarqué, sur les Pintadines installées dans le parc de Balaguet, qu'en été la croissance de la coquille se fait rapidement, plus rapidement peut-être que dans le golfe de Gabès. Au début, cela m'avait fait espérer que l'on pourrait retirer quelques bénéfices de l'acclimatation des Pintadines sur nos côtes, malheureusement l'accroissement en diamètre ne correspond pas à une augmentation de l'épaisseur de la coquille : celle-ci devient encore plus mince que sur les côtes de la Tunisie. De plus quelques exemplaires, des jeunes, avaient pris un

galbe d'*Avicula hirundo* qui n'est jamais aussi marqué sur les spécimens recueillis dans le golfe de Gabès. La couche de nacre diminue aussi d'épaisseur, de sorte que les coquilles élevées dans la rade de Toulon n'avaient aucune valeur commerciale. Celles du golfe de Gabès n'en ont guère plus, d'ailleurs, M. Ochsé, de Paris, n'a trouvé sur les échantillons que je lui avais envoyés que deux coquilles pouvant être travaillées. On en reçoit en abondance de semblables du golfe Persique et de Ceylan au prix de 20 francs les 100 kilogrammes.

Outre le froid des hivers rigoureux, *Margaritifera vulgaris* a encore à redouter sur nos côtes des ennemis dangereux, principalement les poulpes et une petite étoile de mer *Asterias gibbosa*, qui y est très commune.

En 1905, il y a eu aussi en Tunisie une épidémie qui a détruit un grand nombre de Pintadines et dont on n'a pu expliquer la cause : il faudrait tenir compte de ce danger dans les essais d'acclimatation de la grande huître perlière. Nous ne l'avons pas encore tentée, parce que nous avons voulu savoir si l'épidémie n'allait pas continuer, mais il n'en a rien été heureusement et nous espérons pouvoir entreprendre dans un temps assez rapproché les expériences projetées depuis longtemps.

Nous croyons que l'on pourrait arriver avec des précautions particulières à faire vivre en liberté *Margaritifera vulgaris* et à l'acclimater définitivement sur la Côte d'Azur et surtout sur celles de la Corse, elle vit bien déjà à Malte. Dans la rade du Lazaret, en face de notre laboratoire, on trouve la même faune et la même flore, à peu près, que dans le golfe de Gabès; il y a aussi les mêmes fonds, mais les eaux y sont moins chaudes et moins salées. Ce sont les sujets amenés en été qui s'adaptent le mieux au nouveau milieu. La plus grande difficulté consisterait peut-être à les défendre des pêcheurs de *frutti di mare*, qui ne sont soumis à aucune réglementation sérieuse. Mais nous ne voyons pas quel intérêt il y aurait à acclimater sur nos côtes une espèce qui ne peut fournir des

coquilles à nacre ayant une valeur commerciale. Il faudrait au moins que ces Pintadines puissent fournir des perles *marchandes* c'est-à-dire susceptibles d'atteindre une certaine taille. Or, ce n'est pas le cas, même dans le golfe de Gabès, où le plus bel échantillon que nous ayons pu nous procurer ne présentait pas un diamètre dépassant 2 millimètres.

En somme, sur notre littoral, comme dans le golfe de Gabès, la perle et la nacre subissent le même sort chez *Margaritifera vulgaris :* les perles ont un très bel orient, mais elles restent petites, la nacre a un bel éclat, mais elle est très mince. Il est certain qu'on peut augmenter beaucoup le nombre des perles et obtenir une véritable production forcée, comme je l'ai montré (n° 23), par exemple en plaçant les Pintadines, dans des conditions où les moules deviennent naturellement perlières. Ayant, comme on l'a vu précédemment, contribué pour une assez large part au développement de la théorie parasitaire de la margaritose [1], j'avais conçu l'espoir que je pourrais inoculer à *Margaritifera vulgaris* le distome parasite de *Mytilus galloprovincialis.*

Mes prévisions me paraissaient d'autant plus solides que M. Comba, de Turin, avait annoncé qu'il avait obtenu ce résultat avec des Pintadines apportées de la mer Rouge et conservées

[1] A ce propos, je ne puis m'empêcher de dire que j'ai été péniblement surpris de trouver la phrase suivante sous la plume d'un écrivain français, pourtant parfaitement au courant de la bibliographie de la question : « La théorie parasitaire a acquis une grande faveur à la suite de travaux publiés dans ces dernières années. Jameson a montré que la formation des perles chez les Moules *(Mytilus edulis)* est due à l'irritation déterminée par certains cercaires de distomes » (V. les Perles, in *la Science au XXe siècle*, 15 avril, 1906, par L.-G. Seurat). Or, l'auteur anglais n'avait pas oublié de mentionner ma publication dans son travail sur le même sujet, antérieure par conséquent à la sienne. Mais ce qu'il y a de plus étrange en cette affaire, c'est que M. Seurat n'a pas davantage parlé de Garner qu'il m'avait reproché de n'avoir pas cité, étrange mentalité ! Les bibliographies incomplètes sont parfois plus fâcheuses que l'absence de toute bibliographie, car elles sont trop souvent tronquées ou mieux truquées à dessein pour constituer des trompe-l'œil destinés à fausser la vérité, ce qui n'est guère scientifique.

dans des aquariums. Mon attente a été trompée, et je n'ai pas trouvé le moindre distome dans les *Margaritifera vulgaris* qui, placées dans les eaux où les moules deviennent naturellement perlières, avaient cependant fourni une surproduction considérable de petites perles.

Je n'avais pas d'ailleurs trouvé de traces de distome dans les perles que j'avais recueillies dans le golfe de Gabès et dissociées après décalcification dans le liquide de Perenyi.

Chez les plus petites, le squelette décalcifié a montré à peine l'indice d'un noyau : quelquefois même il a été complètement invisible.

Les perles qui ont des dimensions un peu plus grandes présentent un noyau jaunâtre pâle, dans lequel on ne peut plus distinguer, au milieu d'une masse amorphe, que quelques granulations irrégulières. Le noyau est d'ordinaire recouvert d'un certain nombre de couches anhistes et ne donne pas la croix de polarisation. Chez les perles les plus grosses, le noyau est entouré d'une couche d'abord anhiste, mais au-dessus se trouvent plusieurs couches superposées, formées de colonnes manifestement prismatiques. Comme dans les perles des *Pinna*, cette zone radiée occupe la partie moyenne : elle est recouverte de séries plus ou moins nombreuses de pellicules anhistes. Parfois à la surface de la zone radiée, par places, entre les zones, il y a des parties empâtées.

Quelquefois la partie radiée fait défaut.

Dans un cas, j'ai constaté nettement à la surface d'une perle décalcifiée la lame criblée, fenêtrée, dont il a été déjà question à propos du mécanisme de formation des perles (page 21).

J'aurais penché vers l'opinion que les perles venues de Tunisie, aussi bien que celles qui étaient nées dans mes cultures sur le littoral français, ne s'étaient pas formées sous l'influence d'un parasite, si je n'avais pu faire les remarques suivantes :

D'abord, dans le noyau d'une perle décalcifiée par la liqueur de Perenyi et coloré par le picro-carmin, j'ai pu dis-

tinguer des cellules fusiformes, paraissant en voie d'altération.

Plus tard, en examinant une très petite perle tout à fait au début de la calcification, j'ai reconnu que le noyau était formé par une toute petite outre renfermant un grand nombre de cellules très bien conservées. Il m'a été facile alors de reconnaître dans ces cellules, sur la nature desquelles je n'avais pu être fixé dans mes recherches antérieures, que c'étaient des spores de *sporozoaires* enkystées. Le petit kyste était logé dans l'épaisseur du manteau, au lieu d'élection ordinaire des perles : il était ovoïde et son extrémité la plus étroite portait une sorte de goulot court pouvant le mettre en communication avec l'extérieur. Après décalcification, par pression sur le couvre-objet, le kyste s'est ouvert, laissant échapper de ses parois enkystées une grande quantité de spores de sporozoaires, que le picrocarmin a pu colorer au bout d'un temps assez long. La plupart avaient une forme légèrement ovoïde, toutefois, on distinguait parmi elles deux ou trois individus plus grands dont la forme rappelait celle des diatomées. Mais il ne fallait pas songer à l'intervention de ces algues, dont le mode de reproduction est bien différent ; et, d'ailleurs, ces formes se retrouvent chez certains sporozoaires adultes.

Il est intéressant de faire remarquer que A. Giard (n° 25) a signalé l'existence de corpuscules analogues, sinon identiques, qui ont été étudiés par Louis Léger, dans des distomes parasites de certains pélécypodes perliers.

On peut se demander si dans le cas où nous avons obtenu une production forcée de perles de *Margaritana vulgaris* en les faisant vivre dans les milieux où les moules deviennent naturellement perlières par infection de distomes, ce ne seraient pas les parasites sporozoaires du distome qui auraient joué le rôle d'agent provocateur de la margaritose. A propos des parasites des perles des pélécypodes, Giard dit, en effet : « ce sont des distomes malades, ou *gonflés de parasites*, qui deviennent le point de départ de productions perlières » (n° 25).

J'ai trouvé aussi de semblables corpuscules dans les noyaux des petites perles de *Modiola barbata* pêchées dans le golfe de Gabès dans les points où *Margaritifera vulgaris* devient perlière (v. page 93) et également dans les perles des *Pinna* récoltées, soit dans le golfe de Gabès, soit sur le littoral de la Côte d'Azur (v. p. 100).

Il semble bien établi aujourd'hui que les magnifiques perles fines de Ceylan et de Taïti sont le résultat de maladies vermineuses et ce que j'ai dit est toujours vrai, à savoir qu'après tout la plus belle perle du monde n'est que le brillant sarcophage d'un ver. Mais des perles sans valeur comme celles des *Mytilus* peuvent aussi être produites par un ver.

D'ailleurs, les espèces trouvées dans les perles parasitées par des vers ne sont pas les mêmes dans tous les cas et il y a lieu de se demander si la nature du parasite n'a pas, comme celle de la nacre, une influence capitale. Cette influence s'exercerait surtout sur l'accroissement de la perle et celle de la nacre sur ses qualités physiques. En effet, à côté des grosses perles, on trouve la *semence* de perle qui ne dépasse jamais un certain volume. Il est vraisemblable que dans les deux cas l'agent infectieux n'est pas le même.

Ce qui est bien certain, c'est que *Margaritifera vulgaris* Schum. donne à Ceylan à la fois de grosses perles et de la semence ou grenaille, tandis qu'en Tunisie, dans le golfe de Gabès, elles sont toujours petites, quoique d'un aussi bel aspect que celles des Indes. Il en est de même d'ailleurs de celles que nous avons obtenues par production forcée soit au laboratoire de Tamaris, soit dans nos parcages dans les points où les moules deviennent naturellement perlières. Ces petites perles, au lieu d'un ver, renferment des spores de sporozoaires.

Il se peut même que des perles se produisent sans l'intervention d'aucun parasite ou sans qu'il soit nécessaire que le parasite reste au point où la perle se forme pour lui servir de noyau.

J'ai montré au Congrès pour l'avancement des sciences de

Lyon, en août 1906, des coupes en séries d'une très jeune perle qui possédait un volumineux noyau, très homogène et très transparent et dans lequel on ne pouvait trouver trace de parasite ou de débris d'un corps organisé quelconque. Il semblait formé uniquement par une substance muqueuse.

Cette perle avait été trouvée dans une *Anodonta Cygnea* faisant partie d'un envoi de ces mollusques du château de Racconigi où de Filippi avait fait autrefois ses belles recherches. Ces précieux éléments de recherches nous avaient été envoyés par les soins du Dr de Quirico, médecin du Roi d'Italie, sur l'initiative de Sa Majesté, à laquelle nous exprimons de nouveau ici notre très respectueuse reconnaissance.

D'autres anodontes montraient des perles contenant le distome parasite qui fit l'objet de la mémorable découverte du savant italien de Filippi, sur laquelle nous aurons à revenir plus longuement dans notre prochaine publication sur les perles des eaux douces.

BIBLIOGRAPHIE

des Perles des Mytilidés, des Pinna et des Pintadines.

N° 1. 1857. Garner (R.), On the Pearls of the Conway River, North Wales (*Brit. Ass. f. the adv. of sc.*, 1856, part. II, p. 92-93, Londres).

N° 2. 1871. Garner (R.), On the Formation of British Pearls and their possible improvement (*Journ. Linn. Soc. Zool.*, vol. XI, p. 426, publié en 1873).

N° 3. 1894. Hammonville (d'), les Moules perlières de Billiers (*Bull. Soc. zool. de France*, XIX, 1894, p. 140-142, Paris).

N° 4. 1901. Dubois (Raphaël), Sur le mode de formation des perles dans *Mytilus edulis* Linn. (*C. R. de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des sc*, Congrès d'Ajaccio, 1re partie, p. 149-150).

N° 5. — Dubois (Raphaël), Sur le mécanisme de la formation des perles fines dans *Mytilus edulis* (*C. R. Ac. sc.*, 14 octobre).

N° 6. 1901. Seurat (L.-G.), A propos de l'origine et du mode de formation des perles fines (*C. R. Ac. sc.*, 4 nov.).

N° 7. 1902. Jameson (Lyster), On the origin of pearls (*Proc. of zool. Soc. of London*, 4 mars).

N° 8. 1903. Dubois (Raphaël), l'Origine des perles chez *Mytilus Gallo-provincialis* Lam. (*C. R. Ac. sc.*, 17 janvier).

N° 9. — Boutan (Louis), l'Origine réelle des perles fines (*C. R. Ac. sc.*, vol. CXXXVII, p. 1073).

N° 10. 1904. Dubois (Raphaël), A propos des diverses communications récentes sur les perles fines (*Bull. Soc. biol.*, mars).

N° 11. 1904. Boutan (Louis), les Perles fines, leur origine réelle (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, 4 vol., II, p. 47-90, pl. III).

N° 12. 1903. Giard (A.), Épithélium sécréteur des perles (*Bull. Soc. biol.*, t. LV, p. 1618-1620).

N° 13. 1887. Letellier (Augustin), *Etude sur la fonction urinaire chez les mollusques acéphales* (thèses de la Faculté des sc., Paris, p. 73 et suiv.).

N° 14. 1907. Dubois (Raphaël), Sur les métamorphoses du distome parasite des Mytilus perliers (*Bull. Soc. biol.*, LXIII, p. 334).

N° 15. — Dubois (Raphaël), Action de la chaleur sur le distome immaturé du Gymnophallus Margaritarum (*Bull. Soc. biol.*, LXIII, p. 502).

N° 16. 1904. Dubois (Raphaël), Sur le mécanisme sécrétoire producteur des perles (*C. R. Ac. sc.*, 14 mars).

N° 17. 1908. Kunz (G.-F.) et Stevenson (Ch.-H.), *The Book of the Pearl*, 1908, Londres.

N° 18. 1907. Dubois (Raphaël), la Pintadine de Tunisie (*Ann. Soc. Linn.*, Lyon).

N° 19. — Giard (A.), Sur les trématodes margaritifères du Pas-de-Calais (*Bull. Soc. biol.*, LXIII, p. 416).

N° 20. 1904. Giard (A.) (V. *Feuille des jeunes naturalistes*, 17 janvier 1904, n° 399).

N° 21. — Dubois (Raphaël), Sur le mécanisme sécrétoire producteur des perles (*C. R. Ac. sc.*, 14 mars).

N° 22. 1898. Vassel (E.), la Pintadine de Vaillant et l'acclimatation de la mère perle sur le littoral Tunisien (*C. R. Congrès A.F.A.S.*, Carthage, Tunis).

N° 23. 1895. Dautzenberg, Mollusques recueillis sur les côtes de la Tunisie et de l'Algérie (*Campagne de la Mélita*, 1892).

N° 24. 1903. Dubois (Raphaël), Sur l'acclimatation et la culture des Pintadines, ou huîtres perlières vraies, sur les côtes de

France, et sur la production des perles fines *(C. R. Ac. sc.*, 19 oct.).

N° 25. 1897. Giard (A), Sur un distome *(Brachycœlium sp.)*, parasite de certains pélécypodes perliers *(Bull. Soc. biol.*, IV, sér. 10, p. 956).

N° 26. 1901. Giard (A.) *(Congrès de l'A.F.A.S.*, Ajaccio, 1re partie, p. 140).

N° 27. 1907. Dubois (Raphaël), Sur un sporozoaire parasite de l'huître perlière, *Margaritifera vulgaris* Schum. Son rôle dans le formation des perles fines *(Bull. Soc. biol.*, LXII, p. 310).

N° 28. 1817. Réaumur, *Hist. de l'Ac. Roy.*, p. 26.

N° 29. 1901. Dubois (Raphaël), Sur la nature et la formation des perles fines naturelles *(Congrès internat. des pêches fluviales et maritimes : exposition internationale 1900*, A. Challemel, éd., rue Jacob, 17, 1901, p. 511).

CHAPITRE VIII

DOCUMENTS SUR LA CULTURE DE L'HUITRE PERLIÈRE AU JAPON

SUR LA PRODUCTION ARTIFICIELLE DES PERLES DE NACRE ET SUR LEURS CARACTÈRES

Je dois à l'extrême obligeance de MM. Mitsisuké, Kawakita, commissaire impérial du Japon à l'Exposition universelle de 1900, et à M. Tadamasa Hayaski, commissaire général du Japon, quelques renseignements sur la culture de l'huître perlière au Japon et sur la production des perles artificielles par ces mollusques.

L'huître perlière du Japon est la *Meleagrina (avicula) Martensi* Dunker (v. page 87) qui est particulièrement abondante dans la baie d'Ago, province de Shima, sur la côte pacifique du Japon central : cette baie a trois milles de longueur sur deux de large et pénètre à quelque distance à l'intérieur des terres : ses eaux sont toujours calmes ; l'huître perlière se rencontre le long des côtes, à une profondeur de une à six brasses, sur des fonds de sable où n'existent que peu d'algues. La pêche des perles dans cette baie date probablement de trois ou quatre siècles[1].

Au Japon, c'est la mer du Sud, en particulier la baie d'Ago, département de Miyé-Ken, et celle d'Omoura, département de Nagasaki-Ken, qui sont les plus riches en huîtres perlières.

[1] V. *Histoire de l'Industrie de la pêche maritime et fluviale au Japon*, par le bureau des produits maritimes et fluviaux du Ministère d'agriculture et de commerce, rédigé pour l'Exposition Universelle de Paris, en 1901, Tokio, 1900, p. 108.

Dans la baie d'Omoura, ce fut vers l'an 1790 (ère japonaise de Kansei) que la culture du coquillage de la perle fut commencée, et elle fut l'objet des plus grands soins, et de la forte protection du prince d'Omoura. Des fonctionnaires-inspecteurs furent chargés de la garde du champ de culture et la pêche, qui n'avait lieu qu'à des époques déterminées, fut rigoureusement interdite au peuple. Toutes ces mesures de protection contribuèrent à donner de brillants résultats au développement de cette industrie. Malheureusement depuis l'abolition du Han (gouvernement seigneurial), les prescriptions concernant la production de la perle furent abandonnées, et la pêche en devint libre pour tout le monde. Ce fut alors que l'abus en devint si criant que le coquillage avait presque disparu, et il n'y avait plus moyen de songer à la multiplication de l'espèce. Ce n'est qu'en 1885, grâce aux soins de la préfecture de Nagasaki, que l'industrie de ces coquillages a pu se relever, et la perle se multiplier, petit à petit, dans la dite baie.

La baie d'Ago convient aussi bien à la culture de ces coquillages; mais l'abus de la pêche qu'on y en fit également, en diminua tellement le nombre, qu'en 1889 les pêcheurs de perles durent faire une convention entre eux; et dès lors la pêche n'en fut permise que tous les quatre ans, à partir de l'époque de la semence : elle fut donc interdite de janvier en mai, époque de la ponte. Les instruments de pêche nuisibles à la multiplication de l'espèce, ne furent plus autorisés. L'année suivante, on fit l'essai de la culture des coquillages dans la baie même. Des pierres et autres objets nécessaires pour la production des œufs furent déposés dans la mer.

La température de l'eau en moyenne est supérieure à + 15 degrés.

En 1892, un essai de mode de multiplication artificielle des œufs fut tenté dans cette même baie et obtint un plein succès. Depuis lors, l'industrie de cette pêche y a repris un nouvel essor.

Les Japonais font aussi la pêche de la nacre et de la perle à

l'île Thursday ; en 1896, il y en avait environ 800 avec 32 barques jaugeant 16 à 17 tonnes *(loc. cit.*, p. 102-103).

La culture naturelle n'a pas paru suffisante et, actuellement, des essais de culture artificielle ont été tentés. On a même obtenu des perles artificielles au moyen des huîtres perlières de mer, par un procédé analogue à celui des Chinois. Ces essais ont été faits particulièrement dans le voisinage d'Isshiky dans le département de Miyen-Ken et dans les îles Lioukiou (Orinawa-Ken).

Voici les recommandations relatives à la culture artificielle.

1° **Choix de l'emplacement.** — L'huître perlière étant sensible au froid, on devra choisir un lieu aussi abrité que possible pendant l'hiver. Il faudra aussi observer le courant de la marée, tenir compte de la profondeur de la mer et de la nature du fond, chercher à assurer au coquillage la nourriture suffisante et enfin se préoccuper des facilités d'exploitation.

On choisira une côte exposée au sud-est, ayant une marée régulière, qui ne permettra pas à la neige de couvrir les huîtres à de certains moments, ce qui les ferait mourir.

On évitera également le point de la côte où un fleuve se jette et celui où la mer arrose de vastes champs. La grande quantité d'eau douce que recevrait la mer pendant la saison des pluies, pourrait être nuisible au coquillage.

L'huître perlière vient naturellement sur les rochers, il importe que le fond en soit formé, la reproduction n'étant pas possible sur un fond sablé. La profondeur de la mer doit varier entre 6 et 13 mètres environ, pour éviter l'influence du froid et des eaux pluviales. Dans de plus grandes profondeurs, la récolte est difficile.

Comme l'huître perlière vit de végétaux marins, au dire des Japonais, le fond doit en être abondamment pourvu, sinon il faudra y jeter des rochers couverts de ces végétaux qu'on aura pu recueillir ailleurs ; ces végétaux auront en outre, l'avantage

de la protéger contre les attaques des poulpes et des autres animaux marins[1].

2° **De la pose des pierres.** — Le choix du lieu étant fait, on dissimulera sous des pierres de 3 à 4 kilogrammes le sable qui pourrait apparaître, pour que l'huître ne s'y enterre pas. On devra autant que possible, les prendre dans un autre point de la côte et couvertes de végétaux marins.

3° **Comment on doit sectionner l'emplacement et disposer l'huître mère-perle.** — La pose des pierres terminée, on divise l'emplacement en 6 sections, que l'on marque de manière à les reconnaître, dans la proportion de 400 mètres carrés pour 10.000 huîtres perlières.

La semence des coquilles mères doit se faire entre le commencement de mai et le milieu de juin. Les huîtres ne profitent en effet, que du mois d'avril à la fin octobre et restent stationnaires en hiver. En semant à l'époque indiquée, on aura le double avantage de ne pas compromettre, en le transportant, la santé du coquillage qui a déjà commencé à grandir, et de plus, l'époque de la procréation ayant lieu au commencement de juillet, la mère-perle aura tout le temps de s'acclimater à son nouveau milieu et pondra des œufs dans de bonnes conditions. On choisira comme huîtres mères, des individus âgés de trois à quatre ans, bien conformés et adhérents aux rochers. La vie du coquillage étant de dix ans environ, on est certain de voir ceux de trois à quatre ans, prendre un développement actif et donner d'excellents œufs. Il n'y a d'ailleurs pas d'huîtres donnant des perles au-dessous de cet âge.

Pour faire la semence, on met les huîtres dans un panier

[1] Les huîtres perlières se nourrissent d'organismes très petits. Il nous a semblé que leur nourriture se composait surtout de bactéries, de protozoaires et de larves mobiles d'un grand nombre d'invertébrés marins ; mais la question de la nourriture de la mère-perle est loin d'être complètement élucidée.

et un plongeur les distribue sur le sol dans la proportion de 25 par mètre carré, de façon à ce qu'elles ne se gênent pas entre elles et qu'elles ne soient pas renversées par le mouvement des flots avec les pierres qui les supportent.

Au commencement de juillet, époque de la naissance des petits mollusques, on remarque autour de la coquille mère et sur la surface des pierres qu'on a posées, d'innombrables coquillages de la dimension d'une grosse tête d'épingle, mais dont le développement est si rapide qu'au bout d'un mois, au commencement de septembre, ils ont atteint la grosseur d'un centimètre à un centimètre et demi.

Chaque année, on sème ainsi au mois de mai, une nouvelle section, de façon à ce qu'elles soient toutes remplies au bout de six ans. Pendant tout ce temps, on protège les huîtres jusqu'à la récolte.

4° **Protection des huîtres.** — Le Poulpe, l'Etoile de mer, le Murex et la Dorade noire, sont pour l'huître perlière japonaise, les ennemis les plus redoutables. Le plus destructeur est le Poulpe qui emporte tous les coquillages qu'il rencontre et les vide. On trouve autour de son repaire un grand nombre de coquilles. On peut l'attirer dans des pièges spéciaux ou bien le découvrir pour le capturer au moyen de seaux dont le fond est formé d'une glace et que l'on enfonce un peu dans l'eau (pêche au miroir). Bien que moins redoutables, les autres ennemis de l'huître perlière doivent aussi être détruits par un plongeur ou à l'aide du seau dont il vient d'être question. Il arrive fréquemment qu'il y ait de jeunes coquillages en des lieux peu profonds ; on doit les rechercher et les replacer dans des profondeurs d'au moins six mètres.

Parfois, on verra qu'une grande quantité d'eau de mer corrompue par la sécheresse extrême ou le changement défavorable de climat vient se déverser sur la place où l'on élève les huîtres. Cette eau peut tuer tous les produits en quelques heures, mais comme elle n'occupe que la surface de la mer, on

doit se hâter de ramasser les huîtres dans des corbeilles et de les descendre à une profondeur de plus de 12 mètres, où elles seront préservées jusqu'au départ de l'eau empoisonnée.

Cette eau vient, en effet, très rarement, seulement tous les vingt ou quarante ans environ ; mais il est bon de se prémunir, l'époque de son arrivée n'étant pas déterminée.

L'huître perlière, produite depuis les temps les plus reculés au golfe d'Ago, province de Sima, dans l'arrondissement de Hio, est universellement renommée et il est probable que celle produite actuellement sur la côte d'Omoura, province d'Hizen, dans l'arrondissement de Nagazaki, à été apportée d'Ago.

La perle d'Ago surpasse, par sa qualité et son éclat, celle de toutes les autres contrées du Japon. Tout récemment, le nombre des acheteurs de perles a augmenté, en même temps que la valeur de celles-ci. Les exportations de coquilles ont, en outre, été considérables dans tous les pays pour la fabrication des boutons. Les bénéfices de la profession ont été sans cesse croissants et l'abus qui en est résulté a tendu à amener la disparition de l'huître perlière. Il était donc urgent de tenter la culture. On a établi, en 1889, un emplacement à cet usage sur les côtes d'une île, dans le golfe Shin-Mei, province de Sima. On a jeté des pierres, des pièces de bois et autres choses au fond de la mer et on a cherché à y attacher des jeunes coquillages. On a étudié combien d'années étaient nécessaires pour faire se produire des perles dans les coquillages et s'il était possible d'avoir des perles artificiellement en s'aidant des progrès de la science. Après bien des vicissitudes et bien des expériences, en 1893, on espérait déjà obtenir de bons résultats. Aujourd'hui, on est persuadé au Japon d'avoir réussi à prouver que la reproduction des huîtres perlières est une des entreprises les plus rémunératrices.

Les perles du Japon sont vendues surtout en Allemagne et à Chicago, mais les belles perles que l'on voit au Japon viennent d'Orient.

A l'Exposition de Paris, en 1900, dans la galerie du Japon, on a pu voir de nombreux échantillons de perles vraies produites dans ce pays par *Meleagrina Martensi*. Les plus grosses étaient baroques en général ou imparfaitement rondes, à surface fréquemment irrégulière ; elles sont souvent teintées, parfois même colorées en jaune, violet ou brun rouge. Les perles obtenues *artificiellement* avec *M. Martensi* sont d'une structure curieuse. Sur la coupe (pl. II, fig. 6), on voit qu'elles se composent essentiellement, comme nous l'avons dit déjà (pages 19 et 20), de deux lentilles plan convexe de nacre tournée, collées par leur surface plane. Le disque supérieur est recouvert d'une couche de nacre de quelques dixièmes de millimètre, peu adhérente, mais d'un assez joli effet, et dont l'éclat rappelle un peu les perles blanches des *Unios*. Cette couche n'existe pas à la face postérieure de la perle, qui a l'aspect de la nacre de nos boutons de chemise. Le diamètre du disque qui la forme est plus grand que celui de l'autre disque, de façon que la calotte de nacre ne fasse pas saillie.

Les coupes minces vues au microscope montrent que la calotte de nacre est formée de minces couches concentriques, appliquées sur des demi-disques de nacre tournée empruntée à une coquille. Ces perles n'ont pas eu d'abord de succès auprès des joaillers parisiens. On leur reprochait, entre autres choses, le défaut de solidité de la calotte, qui se brise facilement, et l'infériorité de leur orient. Mais depuis quelque temps, grâce à la réclame et au bon marché relatif, il s'en vend des quantités considérables dans Paris et sans doute dans d'autres points ; il n'est pas douteux que cette industrie doive donner de gros revenus au Japon. L'orient de ces fausses perles est assez beau pour les faire passer pour des perles vraies et des joaillers peu délicats les montent de façon à ce qu'on ne puisse voir la face non recouverte par la nacre et les font passer pour des perles fines naturelles. On avait en 1900, pour 10 à 20 francs, une des plus belles de ces perles. Aujourd'hui, elles se vendent jusqu'à 400 francs et davantage.

Ces perles sont manifestement produites par le même procédé que celui qui a été mis en usage depuis des siècles pour obtenir des figurines, des colliers de perles recouverts de nacre avec les coquilles d'eaux douces. C'est aussi celui que M. Boutan a employé avec succès pour obtenir artificiellement des perles avec les *Haliotis* au laboratoire maritime de Roscoff. Le corps étranger introduit entre la coquille et la membrane coquillière est ici un disque plan convexe. La nacre paraît être la substance qui a donné les meilleurs résultats pour recueillir les produits de la membrane nacrière. La forme plane donnée à la partie du disque tournée vers la coquille est sans doute destinée à empêcher celui-ci de glisser et d'être éliminé par les mouvements du manteau, peut-être même est-il collé ou fixé d'une manière quelconque à la face interne de la coquille.

Ces perles sont produites très habilement par Mikimoto (Kôkiti) à Miyé-Kén. Après la restauration de 1868, il y eut un état chaotique pendant lequel les pêcheries de perles furent épuisées.

C'est en 1890 que M. le professeur Mitsukuri du département de la Zoologie de l'Université Impériale de Tokio suggéra à M. Mikimoto, natif de Shima, lequel avait vécu et grandi dans le milieu de production des perles, qu'il était désirable de cultiver l'huître perlière. Il se mit ardemment à l'œuvre, d'après ce que m'écrivit le professeur Mitzukuri, et ne tarda pas à obtenir artificiellement les perles dont il a été question plus haut.

Le résultat a dépassé ses espérances et, à ce jour, M. Mikimoto afferme ses huîtres perlières sur une base commerciale considérable : il y a des millions d'huîtres dans ses cultures et il était en mesure, en 1905 déjà, d'envoyer sur le marché une large récolte de perles. La ferme de M. Mikimoto est dans la baie d'Ago. Comme toute celles dans lesquelles les huîtres croissent en abondance, c'est une baie tranquille, une véritable pièce d'eau, avec littoral très irrégulier et très accidenté,

pleins de passages de courants profonds, de criques, etc., avec une profondeur de 3 à 6 brasses, offrant l'abri le plus favorable. Non loin, entre la baie, au nord, et une petite île appelée Tadoko, est la terre et les constructions nécessaires à l'entreprise. Il y avait en 1905, environ 100 personnes vivant de la culture de l'huître perlière : ce nombre n'a pu qu'augmenter. Autour et dans le voisinage de l'île, un large espace de fond de mer qui, avec plusieurs grandes annexes récentes, se montent actuellement à mille acres a été utilisé par M. Mikimoto.

La ferme est divisée en deux parties : la première où les jeunes sont contenues jusqu'à la troisième année et dans la troisième partie sont les huîtres de plus de trois ans.

La saison de reproduction des huîtres au Japon est de juillet en août comme on l'a vu précédemment et avant qu'elle se produise en plein, c'est-à-dire de mai en juin, des pierres de 6 ou 8 livres en poids sont placées sur le sol de récolte du fond, généralement dans des parties peu profondes formant des traces dans la terre.

Vers août, les petites coquilles n'ayant pas plus de 3 à 4 millimètres de long, sont d'abord découvertes attachées aux pierres par leur byssus et le nombre s'accroît fortement avec la saison.

Un immense nombre de coquilles est recueilli chaque année. On les laisse reposer comme elles sont jusqu'en novembre et, quand elles sont trop rapprochées, on les éloigne de 5 à 6 pieds, avec les pierres sur lesquelles elles sont fixées.

Il est nécessaire de les protéger du froid, qui peut les faire mourir dans le courant de l'hiver, si on les abandonne dans leur place originelle.

Les jeunes coquilles sont laissées en place pour s'accroître tranquillement pendant trois ans au plus. En mai, elles sont mises en eaux plus profondes, où elles trouvent plus d'espace, une meilleure nourriture et plus d'accroissement. A la fin de la troisième année, quand elles ont environ 5 à 6 centimètres de largeur, elles sont sorties de l'eau et l'on pratique l'opération

nécessaire pour obtenir la perle artificielle, qui consiste à introduire un noyau de perle. Le nombre des opérées chaque année est de 250.000 à 300.000.

Elles sont placées sur le dos dans la mer et mises en rangs. Entre chaque rang il y a 6 pieds de distance ; puis elles sont abandonnées ainsi pendant quatre ans et plus. A la fin de ce temps, c'est-à-dire la septième année, elles sont retirées de l'eau et ouvertes. Les perles naturelles, aussi bien que celles produites par l'introduction d'un noyau sont récoltées et envoyées au marché.

Comme dans toutes les entreprises de culture, il y a beaucoup d'ennemis de l'huître perlière, aussi bien que des difficultés inattendues dans ce genre de culture. *Octopus*, *Codium*, *Clione* (éponge), apparaissent de temps en temps et attaquent les mollusques. Mais le plus terrible de tous les ennemis est le *courant rouge*, ou *marée rouge*, c'est une immense accumulation de dinoflagellés *(Gonyaulax)* causant un changement de couleur de l'eau de mer et amenant une grande destruction d'êtres marins petits ou grands.

Les perles obtenues artificiellement ne sont que des demi-perles, mais quant au lustre, forme et dimensions, elles sont très belles à voir et conviennent complètement, d'après M. Mitzukuri, aux maisons qui emploient les demi-perles.

La culture des huîtres perlières est dans son enfance, mais elle promet d'être brillante. Si à la culture des demi-perles peut être ajoutée la production des perles libres, comme on en a l'espoir, ce sera un grand triomphe pour la Zoologie appliquée. C'est ce dernier résultat qu'il importe d'obtenir.

J'ai publié autre part (n° 24) ceux que j'ai obtenus dans ce sens : ils sont encourageants, mais jusqu'à présent, le volume des perles fines que j'ai eues par production forcée est trop faible pour que l'opération puisse prendre, immédiatement au moins, un caractère commercial ou industriel. Cependant il n'y a pas lieu de désespérer d'y arriver.

D'après Mitsukuri, diverses sortes d'huîtres perlières se

trouvent dans les îles japonaises du sud semitropical, mais la seule qui soit vraiment commune au Japon proprement dit est *Avicula Martensi* Dunker.

Grâce à l'extrême obligeance de mon savant collègue, M. Mitzukuri, j'ai reçu une collection complète de ce bivalve depuis les âges les plus inférieurs jusqu'au développement le plus complet avec tous les stades intermédiaires. La plupart ont été recueillis en août, septembre et octobre à Ago Bay, province de Isé par les enfants de M. T. Nishikawa.

J'ai pu ainsi comparer l'*Avicula Martensi* de Dunker avec *Margaritifera vulgaris* de Tunisie Schumacher, de Ceylan, etc. et acquérir la certitude qu'il s'agit d'une seule et même espèce. Il convient donc de la faire tomber en synonymie avec cette dernière.

La coquille est un peu plus épaisse que notre espèce tunisienne, la nacre un peu verdâtre, mais il n'y a pas de différences profondes. La nacre des huîtres perlières que j'ai fait vivre dans nos eaux de Tamaris est plus belle, mais plus mince. Quant aux perles que j'ai obtenues, elles ont un très bel orient, une eau irréprochable et sont parfaitement blanches, qualités qui ne sont pas très développées dans les perles fines naturelles que M. Mitzukuri a eu l'extrême obligeance et la générosité de joindre à son envoi de coquilles. Malheureusement, il faut bien l'avouer, nos perles sont trop petites pour avoir une valeur commerciale, mais ce que l'on pourrait tenter avec succès certain, en Tunisie surtout, c'est la culture de *Margaritifera vulgaris* et la production des demi-perles artificielles, par le procédé japonais.

Il faudrait ainsi, suivant l'idée émise autrefois par Bouchon-Brandely (v. p. 92), chercher à y acclimater les grandes espèces nacrières. Enfin on pourrait également y importer les poissons ou autres animaux que l'on suppose être les véhicules des vers parasites provocateur de la formation des grosses perles fines naturelles.

Dans une publication ultérieure, j'aurai l'occasion de revenir

en détail sur les résultats de nos procédés de culture, sur les essais de production forcée des perles fines vraies et sur l'obtention industrielle des demi-perles artificielles, tentés déjà en France avec un certain succès scientifique sur les haliotidés par M. Boutan, au Laboratoire Maritime de Roscoff.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La nacre n'est pas, comme on l'a répété jusqu'à ce jour, le produit d'*une* sécrétion glandulaire. Son mécanisme de formation est plus complexe. L'épithélium externe du manteau des mollusques nacriers sécrète le squelette organique de conchyoline. Les interstices de ce dernier sont comblés par des éléments migrateurs calcarifères, qui traversent l'épithélium sécréteur par un phénomène de diapédèse. La substance inorganique (carbonate de chaux) des éléments migrateurs est nécessairement mélangée à une certaine quantité de matière organique ayant constitué la substance vivantes ou bioprotéon du plastide calcarifère. Dans les prismes et dans les colonnettes de nacre proprement dite, cette substance organico-minérale est à l'état de vacuolides (sphérules, microsphérules) provenant de la désagrégation des éléments migrateurs. Les éléments constitutifs des prismes ne doivent pas être considérés comme des sphéro-cristaux et les colonnettes des prismes ne sont pas assimilables à de longs morceaux coupés dans un sphéro-cristal de long rayon. Les plages colorées en rose et en vert, que l'on voit à la lumière polarisée dans les coupes, ont la même origine que celles que l'on observe dans les coupes de roches renfermant des cristaux dont les axes sont diversement orientés.

Les perles se forment par le même mécanisme que la nacre. On ne trouve pas de glandes dans les parois du sac perlier, mais seulement l'épithélium et les éléments migrateurs, dont il a été question plus haut.

L'examen des coupes de perles fournies par diverses espèces de mollusques perliers, vues à la lumière ordinaire ou à la lumière polarisée, montre qu'on passe insensiblement et parfois dans la même coupe, de la structure alvéolaire, correspondant à celle de la couche des prismes de la coquille, à celle finement concentrique des véritables perles fines, correspondant à celle de la nacre.

Un grand nombre d'animaux des eaux douces et salées produisent des perles. La couleur de ces dernières est très variable : on en trouve de blanches, de bleues, de vertes, de jaunes, de rouges, de roses et de noires. Toutes les couleurs de l'arc-en-ciel sont représentées avec, en plus, des nuances spéciales : mauve, lilas, etc.

La couleur est due au pigment fixé dans le squelette organique de conchyoline : elle est donc produite par l'épithélium. En général, la couleur de la perle est analogue ou semblable à celle de la nacre de la partie la plus voisine du sac perlier. Avec le temps, le pigment brunit dans certains cas, mais que la coloration soit naturelle ou qu'elle soit acquise, on ne peut par les agents physiques ou chimiques modifier la coloration sans altérer le squelette organique et nuire aux qualités de la perle et en particulier à sa solidité.

Les autres qualités physiques des perles : eau, éclat, orient dépendent également de la structure et de la nature du squelette organique.

L'éclat ne doit pas être confondu avec l'orient : il y a des perles des eaux douces américaines qui ont un véritable éclat ou reflet métallique, bronzé.

L'orient, le lustre, les effets d'irisation sont dus à des phénomènes de réseau. Plus le réticule est fin et régulier, plus grandes sont les qualités lumineuses de la perle. Le réticule est

formé par les empreintes laissées par les cellules épithéliales à la surface de la perle et de la nacre.

La diaphanéité de la perle tient à la minceur et à l'écartement des travées de la charpente.

La matière minérale est presqu'exclusivement représentée par du carbonate de chaux à l'état de calcite. Elle ne joue qu'un rôle très secondaire : c'est la charpente qui donne la solidité, la matière minérale donne seulement le poids, la densité.

Les rayons X traversent facilement les coquilles des animaux perliers, en raison de la proportion relativement forte de matière organique qu'elles renferment.

Les perles contenues dans l'animal vivant peuvent être radiographiées sans qu'il en soit incommodé.

Cette découverte de M. Raphaël Dubois a été industriellement appliquée à Ceylan. Elle permet d'éviter la destruction des bancs d'huîtres, de ne prendre que les perles ayant acquis un volume convenable et de laisser grossir les autres; enfin de supprimer les causes d'infection résultant de l'emploi des anciens procédés de récolte.

Les moules comestibles *(Mytilus edulis*, *Mytilus gallo-provincialis)* des côtes de France, dans certains points de l'Océan et de la Méditerranée produisent des perles. Elles perdent généralement leur orient rapidement, n'ont pas de valeur commerciale, mais sont intéressantes à étudier au point de vue du mécanisme de la formation de la perle. Chez ces mollusques, la production de la perle est provoquée par un ver parasite *Gymnophallus margaritarum* Dubois. L'œuf, le myracidum, le sporocyste, la cercaire et le distome ont été décrits. Le stade adulte est encore inconnu. Les sporocystes bourrés de cercaires sont logés dans les vaisseaux et lacunes du manteau. Les cercaires devenues libres par rupture de sporocyste se répandent dans l'intérieur du manteau et en dehors de lui et deviennent des distomes autour desquels les éléments migrateurs calcarifères déposent des cristaux de calcaire diversement orientés, puis apparaît un épithélium qui forme le squelette ou

charpente de la perle dans laquelle le distome est finalement enkysté. Il peut y rester vivant ou y mourir. Au mois d'août, sur les côtes de l'océan, les moules perlières renferment des fragments résultant de la désagrégation des perles; d'autres sont expulsées du manteau. Les plus grosses perles renferment des distomes morts. Les perles fines des huîtres perlières ont aussi pour noyau des parasites vermineux, et la plus belle perle n'est, en réalité, que le brillant sarcophage d'un ver. Pourtant, ce ne sont pas toujours des vers qui provoquent la formation des perles.

Les *Pinna* produisent souvent des perles qui présentent les couleurs les plus variées (v. pl. IV). Leur forme est le plus souvent arrondie ou bien en poire. Cette dernière est favorable à la théorie dite de l' « encapuchonnement » (fig. 1 à 6, pl. IV). Ces perles ont souvent la couleur de la nacre voisine du point de leur formation. Elles présentent toutes les transitions, parfois sur une même coupe, entre la structure finement concentrique des perles fines vraies et la structure alvéolaire de la couche des prismes de la nacre. Dans le premier cas, elles ont un assez bel orient et, dans le second, elles en sont dépourvues : les mailles du réticulum superficiel sont alors très grandes.

Elles s'altèrent facilement par déshydratation : la proportion d'eau qu'elles contiennent est plus grande que celle des perles fines.

Dans leur noyau, on ne trouve pas trace de vers, mais seulement des spores de sporozoaires enkystées; il en est de même pour les perles des modioles.

Dans les modioles *(Modiola barbata)* du golfe de Gabès, on trouve fréquemment des perles : elles sont petites, jaunâtres, sans éclat et leur noyau renferme comme ceux des perles des pinna, qui vivent d'ailleurs dans les mêmes localités, des spores enkystées de sporozoaires. Des méléagrines ou mères-perles, huîtres perlières vraies, vivent naturellement et, parfois, en bancs énormes dans la Méditerranée. Elles appartiennent à la même espèce que celles qui fournissent

les belles perles de Ceylan, de l'île Marguerite, etc., et que celles du Japon. Cette espèce, *Margaritifera vulgaris* Schumacher, est abondante dans le golfe de Gabès sur les côtes de la Tunisie orientale.

Elles ont pu être transportées de ce point jusqu'à Paris où M. Raphaël Dubois en a présenté de vivantes à l'Académie des Sciences en 1903. Quelques-unes portaient des perles résultant de production forcée.

Des envois de ces huîtres perlières ont été faits à diverses époques au laboratoire maritime de biologie de l'Université de Lyon à Tamaris-sur-Mer. Les sujets, arrivés en été, se sont bien acclimatés, ont supporté un hiver rigoureux et donné des jeunes. Placées dans les conditions naturelles où les moules donnent des perles et dans certaines conditions artificielles, la proportion des perles a été centuplée. Malheureusement les perles nées dans les eaux de Toulon, ou dans le laboratoire de Tamaris-sur-Mer, sont restées très petites, comme celles d'ailleurs qui se produisent spontanément dans les bancs des côtes tunisiennes. A part cela, elles possèdent un très bel orient et toute les qualités des plus belles perles fines. En raison de leur petite taille, que l'on n'a pu accroître jusqu'ici malgré de nombreuses tentatives, elles n'ont aucune valeur commerciale.

On n'a jamais trouvé trace de ver dans leur noyau, mais seulement des spores de sporozoaires, comme dans celles des Pinna et des Modioles.

La belle découverte du professeur italien de Filippi de la production de perles dans les Anodontes du lac de Racconigi par des vers parasites ne peut donc pas être étendue à tous les cas. J'ai même rencontré dans ces Anodontes du lac de Racconigi, qui m'avaient été envoyées à Tamaris-sur-Mer par les ordres de S. M. le Roi d'Italie, des perles naissantes, dont le noyau ne montrait aucune trace de parasite. Il y a certainement plusieurs procédés différents de formation des perles, ou plus exactement plusieurs causes différentes excitatrices de leur formation.

Les tentatives d'acclimatation, de culture, de production forcées des perles fines méritent d'être poursuivies et encouragées. Les résultats obtenus au Japon, rapportés dans ce mémoire, ainsi que ceux que nous avons obtenus, en fournissent la preuve.

Dans un autre travail nous ferons connaître les résultats de nos recherches sur les animaux perliers et nacriers des eaux douces.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction. 1

Chapitre Premier. — Structure de la nacre 4

Chapitre II. — Structure des perles. 14

Chapitre III. — Sur les propriétés et sur la composition chimiques de la nacre et de la perle 25

Chapitre IV. — Propriétés physiques : dureté, résistance, élasticité, densité, forme, couleur, grosseur, volume, radiographie des perles 37

Chapitre V. — Recherches sur les perles produites par les mytilidés (genres *Mytilus, Modiola*) 51

Chapitre VI. — Perles et nacre des *Pinna*. 83

Chapitre VII. — Recherches sur les perles, sur la nacre et sur les animaux perliers et nacriers du genre *Margaritifera* 89

Chapitre VIII. — Sur la culture de l'huître perlière au Japon ; sur la production artificielle des perles de nacre et sur leurs caractères 109

Conclusions générales 121

Lyon. — Imprimerie A. Rey et Cie, 4, rue Gentil. — 52164

LECHAT, ancien membre de l'Ecole d'Athènes, chargé de cours à l'Université de Lyon, avec 47 figures dans le texte et 3 planches hors texte (II, *Fasc. 10*). (Epuisé) . . . . **8 fr.**

Cultes militaires de Rome. Les Enseignes, par Ch. RENEL, professeur adjoint à la Faculté des Lettres de Lyon, avec 61 gravures dans le texte. (II, *Fasc. 12*) . . . . . **7 fr. 50**

Sophocle. — Etude sur les ressorts dramatiques de son théâtre et la composition de ses tragédies, par F. ALLÈGRE, professeur à l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 15*). . . . . **8 fr.**

Ernest LEROUX, 28, rue Bonaparte.

Phonétique historique et comparée du sanscrit et du zend, par P. REGNAUD, professeur à la Faculté des Lettres. (*Fasc. 19*) . . . . . **5 fr.**

L'évolution d'un Mythe. Açvins et Dioscures, par Charles RENEL, maître de conférences à la Faculté des Lettres de Besançon. (*Fasc. 24*) . . **6 fr.**

Etudes védiques et post-védiques, par Paul REGNAUD, professeur de sanscrit et de grammaire comparée à l'Université de Lyon. (*Fasc. 38*). . **7 fr. 50**

Bhāratīya-Nātya-Çāstram, Traité de Bharata sur le théâtre, texte sanscrit, avec les variantes tirées de quatre manuscrits, une table analytique et des notes par Joanny GROSSET, ancien boursier d'études près la Faculté des Lettres. (*Fasc. 40*). **15 fr.**

Recherches sur l'Origine de l'Idée de Dieu, d'après le Rig-Véda, par A. GUERINOT, docteur ès lettres. (II, *Fasc. 3*) . . . . . **7 fr. 50**

Dictionnaire étymologique du latin, et du grec dans ses rapports avec le latin, d'après la méthode évolutionniste (Linguistique indo-européenne appliquée), par Paul REGNAUD, professeur de Sanscrit et de Grammaire comparée à l'Université de Lyon. (II, *Fasc. 19*) . . . . **10 fr.**

GAUTHIER-VILLARS, 55, quai Gds-Augustins.

Sur la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré, par Léon AUTONNE, ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé de cours à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 6*) **9 fr.**

Recherches sur l'équation personnelle dans les observations astronomiques de passages, par F. GONNESSIAT, aide-Astronome à l'Observatoire, chargé d'un Cours complémentaire à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 7*) . . . . . **5 fr.**

Recherches sur quelques dérivés surchlorés du phénol et du benzène, par Etienne BARRAL, prof. agrégé à la Faculté de médecine. (*Fasc. 17*) **5 fr.**

Sur la représentation des courbes gauches algébriques, par L. AUTONNE, ingénieur des Ponts et Chaussées, maître de conférences à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 20*) . . . . . **3 fr.**

Sur le résidu électrique des condensateurs, par L. HOULLEVIGUE, maître de confér. à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 32*). . . . . **3 fr.**

Synthèse d'aldéhydes et d'acétones dans la série du naphtalène au moyen du chlorure d'aluminium, par L. ROUSSET, docteur ès sciences, chef des trav. de chimie génér. à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 30*) . . . . . **3 fr.**

Recherches expérimentales sur quelques actinomètres électro-chimiques, par H. RIGOLLOT, docteur ès sciences, chef des travaux de physique à la Faculté des Sciences. (*Fasc. 29*). . . **5 fr.**

De la constitution des alcaloïdes végétaux, par X. CAUSSE, docteur ès sciences, chef des Travaux de Chimie organique à la Faculté de Médecine de l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 2*) . . **3 fr.**

Etude sur les occultations d'amas d'étoiles par la lune, avec un catalogue normal des pléiades, par Joanny LAGRULA, docteur ès sciences, préparateur d'astronomie à la Faculté des Sciences de Lyon. (I, *Fasc. 5*) . . . . . **5 fr.**

Sur les combinaisons organomagnésiennes mixtes et leur application à des synthèses d'acides, d'alcools et d'hydrocarbures, par Victor GRIGNARD, docteur ès sciences. (I, *Fasc. 6*) . . **3 fr. 50**

Sur la décomposition d'une substitution linéaire, réelle et orthogonale en un produit d'inversions, par Leon AUTONNE, ingénieur des Ponts et Chaussées, maître de conférences de mathématiques à l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 12*) . . . . . **6 fr.**

Quelques considérations sur les groupes d'ordre fini et les groupes finis continus, par LE VAVASSEUR, maître de conférences de mathématiques à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 15*) . . . . . **5 fr.**

Sur les Formes mixtes, par Leon AUTONNE, Ingénieur des Ponts et chaussées, Maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 16*). . **8 fr.**

Recherches expérimentales sur les contacts liquides, par A.-M. CHANOZ, docteur ès sciences physiques, docteur en médecine, ex-préparateur de Physique à la Faculté des Sciences de Lyon, chef des Travaux de Physique à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon (I, *Fasc. 18*). . . . **5 fr.**

Quelques démonstrations relatives à la théorie des nombres entiers complexes cubiques. — Propriétés de groupes d'ordre fini, par Raymond LE VAVASSEUR, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon (I. *Fasc. 21*). **3 fr.**

Sur les Groupes de matrices linéaires non invertibles, par Léon AUTONNE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Professeur-adjoint honoraire à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon. (I. *Fasc. 25*) . . . . . **5 fr.**

J.-B. BAILLIÈRE et Fils, 19, rue Hautefeuille.

Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des Amphibiens anoures, par E. BATAILLON, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Dijon, avec 6 pl. hors texte. (*Fasc. 2*) . . . . . **4 fr.**

Anatomie et Physiologie comparées de la Pholade dactyle. Structure, locomotion, tact, olfaction, gustation, action dermatoptique, photogénie, avec une théorie générale des sensations, par le Dr Raphaël DUBOIS, professeur à la Faculté des Sciences, 68 fig. dans le texte et 15 pl. hors texte. (*Fasc. 3*) . . . . . **18 fr.**

Sur le pneumogastrique des oiseaux, par E. COUVREUR, docteur ès sciences, chef des travaux de physiologie à la Faculté des Sciences, avec 3 pl. hors texte et 40 fig. dans le texte (*Fasc. 4*). **4 fr.**

Recherches sur la valeur morphologique des appendices superstaminaux de la fleur des Aristoloches, par Mlle A. MAYOUX, élève de la Faculté des Sciences, avec 3 pl. hors texte. (*Fasc. 5*). **4 fr.**

Etude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, par Attale RICHE, docteur ès sciences, chef des travaux de géologie, 2 pl. hors texte (*Fasc. 10*). . . . . **12 fr.**

Etude expérimentale sur les propriétés attribuées à la tuberculine de M. Koch, faite au laboratoire de médecine expérimentale et comparée de la Faculté de Médecine, par M. le professeur ARLOING, M. le Dr RODET, agrégé, et M. le Dr COURMONT, agrégé, avec 4 planches en couleurs. (*Fasc. 11*). **10 fr.**

Histologie comparée des Ebénacées dans ses rapports avec la Morphologie et l'histoire généalogique de ces plantes, par Paul PARMENTIER, professeur de l'Université, avec 4 pl. hors t. (*Fasc. 12*) **4 fr.**

Recherches sur la production et la localisation du Tanin chez les fruits comestibles fournis par la famille des Pomacées, par Mlle A. MAYOUX, élève de la Faculté des Sciences, 2 planches hors texte. (*Fasc. 13*) . . . . . **3 fr.**

Etude sur le Bilharzia hæmatobia et la Bilharziose, par M. LORTET, doyen de la Faculté de médecine, et M. VIALLETON, professeur à la Faculté de médecine de l'Université de Montpellier, 8 planches hors texte et 8 figures dans le texte. (*Fasc. 16*) . . . . . **10 fr.**

Monographie de la Faune lacustre de l'Eocène moyen, par Frédéric ROMAN, docteur ès sciences, préparat. de géologie à l'Université de Lyon, avec 3 fig. et 3 pl. hors texte. (I, *Fasc. 1er)* . **5** fr.

Etudes sur le Polymorphisme des Champignons, influence du milieu, par Jean BEAUVERIE, docteur ès sciences, prépar. de botan. Faculté des Sciences de Lyon, avec 75 gr. dans le texte. (I, *Fasc. 3).* **7** fr. **50**

L'Homme quaternaire dans le Bassin du Rhône, *Etude géologique et anthropologique*, par Ernest CHANTRE, docteur ès sciences, sous-directeur du Muséum, avec 74 figures dans le texte. (I, *Fasc. 4)* . . . . . **6** fr.

La Botanique à Lyon avant la Révolution et l'histoire du Jardin botanique municipal de cette ville, par M. GÉRARD, professeur à la Faculté des Sciences, avec 9 fig. dans le texte et 1 pl. hors texte. *(Fasc. 23)* . . . . . **3** fr. **50**

Physiologie comparée de la Marmotte, par le Dr Raphaël DUBOIS, professeur à la Faculté des Sciences. avec 119 fig. et 125 pl. hors texte *(Fasc. 25).* **15** fr.

Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie, et de la Suisse occidentale, par H. DOUXAMI, docteur ès sciences, professeur au Lycée de Lyon, avec 6 planches hors texte et 31 figures. *(Fasc. 27)* . . . . . **6** fr.

Recherches physiologiques sur l'appareil respiratoire des oiseaux, par J.-M. SOUM, docteur ès sciences, professeur au Lycée de Bordeaux, avec 40 figures dans le texte. *(Fasc. 28)* . . . . . **3** fr. **50**

Résultats scientifiques de la campagne du « Caudan» dans le golfe de Gascogne (août-septembre 1895), par R. KŒHLER, professeur de zoologie à la Faculté des Sciences. *(Fasc. 26).*

Fascicule I. 1 vol. in-8° avec 6 pl. . . . . **6** fr.

Fascicule II. 1 vol. in-8° avec 11 pl. . . **6** fr.

Fascicule III. 1 vol. in-8° avec 21 pl. . . . **20** fr.

Anatomie pathologique du système lymphatique dans la sphère des néoplasmes malins, par le Dr C. REGAUD, chef des travaux, et le Dr F. BARJON, préparateur d'anatomie générale et d'histologie à la Faculté de médecine (Mémoire couronné par l'Académie de médecine), avec 4 pl. hors texte. *(Fasc. 33)* . . . . . **5** fr.

Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc, par Frédéric ROMAN, docteur ès sciences, préparateur de géologie à la Faculté, avec 40 figures dans le texte et 9 planches hors texte. *(Fasc. 34).* . . . . . **8** fr.

Etude du champ électrique de l'atmosphère, par Georges LE CADET, docteur ès sciences, assistant à l'Observatoire de Lyon, 3 fig. et 10 pl. dans le texte. *(Fasc. 35)* . . . . . **6** fr.

Les Formes épitoques et l'Evolution des Cirratuliens par Maurice CAULLERY, maître de confér. à la Faculté des Sciences, et Félix MESNIL, chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur, 6 pl. hors texte. *(Fasc. 39).* . . . . . **7** fr. **50**

Etude géologique et paléontologique du Carbonifère inférieur du Mâconnais, par A. VAFFIER, docteur en médecine et docteur ès sciences, avec 11 figures et 12 planches hors texte. (I, *Fasc. 7).* . **8** fr.

Contributions à l'Embryologie des Nématodes, par A. CONTE, docteur ès sciences, prépar. de Zoologie à l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 8).* **5** fr.

Contributions à l'étude des larves et des métamorphoses des diptères, par C. VANEY, docteur ès sciences, agrégé des sciences naturelles, chef des travaux de Zoologie à l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 9)* . . . . . **6** fr.

Contribution à l'étude de la classe des Nympheinées, par J.-B.-J. CHIFFLOT, docteur ès sciences naturelles, licencié ès sciences physiques, chef des Travaux de Botanique à la Faculté des sciences, sous-directeur du Jardin botanique de la Ville, 214 figures dans le texte. (I, *Fasc. 10).* **7** fr. **50**

Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales, par Louis DONCIEUX, docteur ès sciences, Collaborateur auxiliaire au service de la carte géologique de France, avec 69 figures dans le texte, 7 planches hors texte et une carte géologique. (I, *Fasc. 11)* . . . . . **8** fr.

Contribution à l'étude des composés diazoamidés, par Louis MEUNIER, docteur ès sciences, chef des travaux de chimie à la Faculté des sciences de l'Université de Lyon. (I, *Fasc. 13)* . . . . **5** fr

Etude stratigraphique et paléontologique sur la Zone à Lioceras concavum du Mont d'Or lyonnais, par Attale RICHE, docteur ès sciences, chargé d'un cours complémentaire de Géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Lyon, avec 7 figures dans le texte et 11 planches hors texte (I, *Fasc. 14)* . . . . . **7** fr. **50**

Catalogue descriptif des Fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Herault. — PREMIERE PARTIE : **Montagne Noire et Minervois**, par Louis DONCIEUX, docteur ès sciences, préparateur-adjoint au Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Lyon ; en collaboration avec MM. J. MIQUEL et J. LAMBERT, avec 3 figures dans le texte et 5 planches hors texte (I, *Fasc. 17)* . . **6** fr.

DEUXIÈME PARTIE (fasc. I) **Corbières septentrionales**, par Louis DONCIEUX, docteur ès Sciences, préparateur-adjoint au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon ; en collaboration avec M. Maurice LERICHE, maître de Conférences de Géologie à l'Université de Lille, avec 1 fig. dans le texte et 13 pl. hors texte. (I, *Fasc. 22).* **7** fr. **50**

Minéralogie des départements du Rhône et de la Loire, par Ferdinand GONNARD, ingénieur des Arts et Manufactures, avec 31 figures intercalées dans le texte. (I, *Fascicule 19).* . . . . . **4** fr.

Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des Ixodides, par Amédée BONNET, docteur ès sciences, préparateur de zoologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon, avec 104 fig. dans le texte et 6 pl. hors texte (I, *Fasc. 20).* **8** fr.

Les Oiseaux des phosphorites du Quercy, par C. GAILLARD, docteur ès sciences, chef des travaux au Muséum de Lyon, avec 37 figures dans le texte et 8 planches hors texte (I, *Fasc. 23)* . . **6** fr.

Etude des Mammifères miocènes des Sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine, par le Dr Lucien MAYET, ancien interne des Hôpitaux de Lyon, docteur en médecine, docteur ès sciences, avec 100 figures dans le texte et 12 planches hors texte comprenant 184 figures. (I, *Fasc. 24)* . **10** fr.

Etude sommaire des Mammifères fossiles des faluns de la Touraine proprement dite. (Bossée, Le Louroux, Manthelan, La Chapelle-Blanche, Sainte-Maure, Paulmy, Ferrière-Larçon, Savigné-sur-Lathan, par le Dr Lucien MAYET, ancien interne des Hôpitaux, docteur ès sciences, chargé de cours à l'Université de Lyon; en collaboration avec la comtesse Pierre LECOINTRE, avec 30 fig. intercalées dans le texte. (I, *Fasc. 26)* . **3** fr.

Contribution à l'étude de l'Hibernation chez les Invertébrés : recherches expérimentales sur l'hibernation de l'Escargot *(Helix pomatia* L), par Marguerite BELLION, docteur ès Sciences, assistante au Laboratoire de Physiologie de la Faculté des Sciences de Lyon, avec 13 graphiques et 5 figures dans le texte (I, *Fasc. 27).* . . . . . **5** fr.

Contribution à l'étude des Pupipares, par Emile MASSONNAT, docteur ès sciences, préparateur de zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon, avec 112 figures dans le texte et 7 planches hors texte (I, *Fasc. 28)* . . . . . **10** fr.

Contribution à l'étude des Perles fines, de la nacre et des Animaux qui les produisent, par le Dr Raphaël DUBOIS, Professeur de Physiologie générale et comparée à l'Université de Lyon, Directeur-fondateur du Laboratoire maritime de Biologie de Tamaris-s/-Mer (Var). Avec 10 figures dans le texte et 4 planches hors texte dont 1 en couleur (I, *Fasc. 29)* . . . . . **6** fr.

Lyon. — Imprimerie A. REY, 4, rue Gentil — 52164.

PAMPHLET BINDERS

This is No. 1524

also carried in stock in the following sizes

	HIGH		WIDE		THICKNESS
1523	9	inches	7	inches	½ inch
1524	10	"	7	"	"
1525	9	"	6	"	"
1526	9⅝	"	7⅛	"	"
1527	10½	"	7⅝	"	"
1528	11	"	8	"	"
1529	12	inches	10	inches	½ inch
1530	12	"	9⅛	"	"
1932	13	"	10	"	"
1933	14	"	11	"	"
1934	16	"	12	"	"

Other sizes made to order.

MANUFACTURED BY

LIBRARY BUREAU

Division of REMINGTON RAND INC.

Library Supplies of all Kinds

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00561 8400